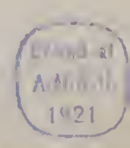


FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY











llated O. K
29/32/M5u

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj in Berlin

Jahrgang 1918

Mit zahlreichen Figuren im Text



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele)

21-86320 - Nov. 9

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

QE1
.C3
1918

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Bücherbesprechungen.

Miscellanea.

Seite

Personalia.

Sachregister

zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1918.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Frage der Gyroedrie des Steinsalzes.

Von **Rud. Gross** in Leipzig.

Mit 13 Textfiguren.

Die von W. H. und W. L. Bragg experimentell festgestellten Atomanordnungen an Kristallen haben Widersprüche mit kristallographischen Vorstellungen ergeben, deren Lösung mehrfach versucht wurde, aber bis jetzt nicht in befriedigender Weise geglückt ist. Die Schwierigkeiten sind in zwei Sätzen auszusprechen:

1. Die Bragg'schen Atomanordnungen kontrastieren verschiedentlich bezüglich der Symmetrie mit den anderweitig erkannten Symmetrieinhalten der betreffenden Substanzen.

2. Die Zusammenkoppelung einzelner Atome zu Molekülverbänden findet in den Bragg'schen Strukturen teilweise keinen geometrischen Ausdruck. Die unter 1. bezeichnete Diskrepanz ist kürzlich von Tertsch hervorgehoben worden, indem er an der Forderung festhält, daß die Atomanordnung einer kristallinen Substanz anderweit erkannte Symmetrie vollinhaltlich zum Ausdruck bringe [1]. Die zweite Unstimmigkeit wurde von Fock, Smits und Scheffer u. a. erneut zur Diskussion gegeben, nachdem von anderer Seite (Rinne [2], Niggli [3], Pfeiffer [4], Groth) bereits eine Einigung in dem Sinne vorgeschlagen war, daß an der genauen Gültigkeit der vollkommen ausgearbeiteten Bragg'schen Modelle festgehalten und auf den Molekülbegriff, wie ihn der Chemiker verwendet (oder wenigstens auf den geometrischen Ausdruck im Kristallgebände), durchgehends verzichtet wurde. In beiden Fällen wurden mit Recht die Alkalihalogenide zur Diskussion herangezogen, da bei ihnen sowohl die chemischen, wie die strukturellen Verhältnisse am einfachsten zu überblicken sind.

[1] H. Tertsch, I. Bemerkungen zur Ableitung der Kristallstrukturen aus dem Röntgenlaueeffekte. Min.-petr. Mitt. **34**. 1 u. 2. 1917.

[2] F. Rinne, Zur Kristallstereochemie. I. Zeitschr. anorg. Chem. **96**. 1916. p. 317.

[3] P. Niggli, Die Struktur der Kristalle. Zeitschr. anorg. Chem. **94**. 1916. p. 207.

[4] P. Pfeiffer, Die Kristalle als Molekülverbindungen. Zeitschr. anorg. Chem. **92**. 376. 1915; **97**. 161. 1916.

I.

Nach W. H. und W. L. Bragg sind NaCl-, KCl-, KBr- und KJ-Kristalle aus zwei ineinandergestellten flächenzentrierten kubischen Gittern aufgebaut, deren Gitterpunkte durch je eine Sorte chemisch identischer Atome besetzt sind. Der Symmetriecharakter ist regulär-holoedrisch, etwa entsprechend der Schoenflies'schen Raumgruppe O_h^5 [1]. Demgegenüber ist für KCl eine gyroedrische Symmetrie der Kohäsionskräfte und der Wachstums- und Lösungserscheinungen durch Brauns [2], Mügge [3] und Linck [4] nachgewiesen. Auch KBr und KJ sind nach Brauns pentagonikositetraedrisch. Schließlich hat Rosický [5] auch beim Steinsalz gyroedrisch angeordnete Ätzformen auf den Würfelflächen in wäßriger Lösung erhalten. Der Symmetrieinhalt ist hiernach für sämtliche Alkalihalogenide höchstens plagiedrisch, während noch geringerer Symmetriecharakter (tetartoedrisch) hierdurch nicht unmöglich gemacht ist.

In der Symmetriefrage widerstreiten also nicht nur zwei theoretische Vorstellungen, wie in der im folgenden noch zu behandelnden Molekülfrage, sondern zwei nicht wegzudeutende experimentelle Befunde. Man kann sich damit behelfen, daß man die Wachstums- und Lösungskörpersymmetrie auf andere Kristallbauteile zurückführt, wie den Beugungseffekt bei Laue- und Bragg-Versuchen, etwa jene auf Elektronenorientierungen, diese nur auf Atomschwerpunkte. Nun hat aber Bragg durch zahlreiche Arbeiten die Annahme, daß die Schwerpunkte der Atome die Beugungszentra für Röntgenlicht seien, zu einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit gebracht. Andererseits läßt sich in vorläufigen qualitativen Betrachtungen zwischen atomarer Gitterstruktur und Wachstumsresp. Lösungskörpersymmetrie so weitgehende Übereinstimmung zeigen, daß auch für die Verteilung der Geschwindigkeitsvektoren des Wachstums und der Lösung zunächst die strukturelle Anordnung der Atomschwerpunkte charakteristisch sein dürfte. Beide Annahmen als richtig vorausgesetzt bleibt der einzige Ausweg, die Empfindlichkeit der Röntgenmethoden zugunsten der wachstums- und lösungstechnischen Kristalluntersuchung anzuzweifeln. In der Tat zeigt die Rechnung, daß feinere Strukturänderungen die röntgenometrischen Resultate nur innerhalb der Fehlergrenzen beeinträchtigen.

[1] Bei der Bezeichnung der Raumgruppen etc. wird im folgenden stets die Schoenflies'sche Nomenklatur angewendet.

[2] Brauns, N. Jahrb. f. Min. etc. 1886. I. 228; 1889. I. 121.

[3] Mügge, dies. Centralbl. 1906. 259.

[4] G. Linck, Tscherm. Mitt. N. F. 1891. **12**. 82.

[5] v. Rósický, Über die Symmetrie des Steinsalzes. Sborník Klubu přírodovědeckého. Prag 1914. No. 6. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. -15—16-.

Beachten wir bei den neuzukonstruierenden Modellen als Voraussetzung, daß ein und nur ein Na- (resp. K-) oder Cl- (resp. Br-, J-) Atom beliebig nahe dem entsprechenden Atomort des BRAGG-Modelles liegen darf, so entstehen Gitterebenensätze, die denen des BRAGG'schen Modelles in der Wirkung beliebig angenähert werden können. Allen bisherigen Erfahrungen nach ist der Röntgenstrahlenbeugungseffekt an sich von zentrosymmetrischer Minimalsymmetrie. Ist das neue Strukturmodell plagiedrisch-hemiedrisch, so werden alle regulär-holoedrisch gleichberechtigten Flächen auch am plagiedrischen Modell als gleichberechtigt vorgetäuscht. Im Lauephotogramm würde höchstens etwa das Verhältnis der {h k l}- zur {h k 0}-Punktintensität etc. anders als bei holoedrischer Anordnung. Bei dem jetzigen Stand der Intensitätsberechnung sind wir noch weit entfernt, solche Unterschiede als abnorm aufzudecken. Etwas günstiger liegen die Verhältnisse für die BRAGG'sche Reflexionsmethode. Plagiedrische Atomhaufen ergeben auch hier Wirkungsgleichheit aller holoedrisch gleichberechtigten Flächen. In der Reflexfolge einer einzelnen Fläche zeigen sich jedoch beim plagiedrischen gegenüber dem holoedrischen Punktsystem Intensitätsunterschiede, die wenigstens im rechnerischen Ansatz verfolgt werden können. Praktisch werden erst sehr beträchtliche Verschiebungen der Atome aus den Atomörtern des BRAGG'schen Gitters merklich.

Ist das neue Strukturmodell regulär-tetartoedrisch, so zerfallen die {h k 0}- und die {h k l}-Flächen entsprechend den Symmetrieverhältnissen der dyakisdodekaedrischen Klasse in je zwei unter sich (aber nicht wechselseitig) wirkungsgleiche Scharen. Im Lauephotogramm (100) mit senkrechter Inzidenz dürfen die beiden zur Bildebene senkrechten, zu den Systemachsen parallelen Symmetrieebenen nicht mehr gleichberechtigt sein. Beim Steinsalz, von dem F. RINNE[1] ein klares, punktscharfes Lauephotogramm in den Beiträgen zur Kenntnis der Kristallröntgenogramme (I. Mitteilung) Taf. XVI veröffentlicht, ist von einer Intensitätsverteilung in dem geforderten Sinne nichts zu bemerken. (Eine etwa auffällige Verschiedenheit der Punktformen stammt von dem ovalen Querschnitt des einfallenden Röntgenstrahlenbündels.) Ich photographierte später Steinsalz bei verschiedenen bis 150° auseinanderliegenden Temperaturen in verschiedener Dicke mit gefiltertem und ungefiltertem Licht. Das Resultat war stets das gleiche. Die Gegenprobe mit $NaClO_3$ liefert deutlich den für die Tetartoedrie kennzeichnenden Effekt.

Vergleichende Spektrometerversuche sind an den π {h k 0}- und $-\pi$ {h k 0}-, sowie π {h k l}- und $-\pi$ {h k l}-Flächen bei den Alkalihalogeniden noch nicht angestellt worden.

---

[1] RINNE, Ber. math.-phys. Kl. d. Kgl. sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig. 19. Juli 1915. LXVII.

Sonach ist an Stelle des Bragg'schen Modelles eine angenäherte Atomanordnung plagiedrischen Symmetriecharakters unbeschadet der röntgenometrischen Daten sehr wohl möglich. Für eine solche mit tetartoedrischem Charakter kann nur ein geringes Maß der geometrischen Abweichung zugebilligt werden, da die oben erwähnte Abschätzung der Lauepunkte auf Intensitätsgleichheit ein ziemlich empfindliches Kriterium an die Hand gibt. Zum Ersatz des Bragg-schen holoedrischen Modelles können nun alle regulär-tetartoedrischen und plagiedrisch-hemiedrischen Raumgruppen herangezogen werden. Stets läuft die Konstruktion darauf hinaus, daß die primitive Translation des Bragg'schen Gitters vervielfacht wird.

II.

Um bei jeder der 13 einschlägigen Raumgruppen die einfachste Lösung zu erreichen, bedarf es eines bestimmten Konstruktionsverfahrens. Aus der obigen Grundvoraussetzung von der notwendigen Punktannäherung des neuen Modelles an das Bragg'sche ergeben sich Hilfssätze über die möglichen Achsenlagen:

1. Identische Drehachsen müssen durch den Schwerpunkt identischer Atome gehen.
2. In identischen Schnittpunkten zweier oder mehrerer Drehachsen liegen stets identische Atome.
3. Zwei- oder vierzählige Schraubenachsen gehen stets durch die Mitte des Abstandes zweier chemisch gleicher oder ungleicher Atome des Bragg-Modelles.

Der Beweis ist ex contrario zu führen: Würde z. B. eine Digyre keinen Atomschwerpunkt treffen, sondern in beliebigem (kleinen) Abstand daran vorbeigehen, so würde sie durch Umklappung ein zweites Atom an einer Stelle bedingen, wo im Bragg'schen Modell keines liegt. Dem Fußpunkt des Atomabstandes von der Digyre wären also zwei Punkte zugeordnet, statt eines einzigen im Bragg'schen Modell, was unserer Voraussetzung widerspricht.

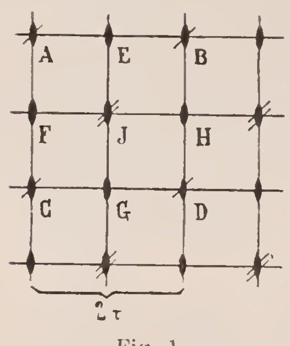


Fig. 1.

Beginnen wir mit der ersten Raumgruppe der Tetartoedrie $\mathfrak{T}^1$, deren Projektion auf (100) in Fig. 1 dargestellt ist. A B C D seien die Ecken des primitiven Quadrates. A_1, A_2, A_3, ... resp. B_1, B_2, B_3 .... C_1, C_2, C_3 ... etc. seien diejenigen Gitterpunkte, die senkrecht zur Zeichenebene im Abstand τ, 2τ, 3τ ... über A resp. B, C etc. liegen. Da nun A, B, C, D identische Punkte des neuen Modelles darstellen, so müssen in A, B, C, D identische Punkte des Bragg'schen Strukturschemas untergebracht werden. Sei nun

der Abstand AB zunächst gleich der primitiven Translation 2ι des Bragg'schen Modelles, so liegen auch alle übrigen Atome der Bragg-Struktur in Punkten mit 0 Freiheitsgraden. Eine beliebige Verschiebung irgendeines Atomes kann nicht vorgenommen werden, ohne daß sich das Atom verdoppeln resp. vervierfachen würde, was der Voraussetzung widerspricht. Wir müssen also Periode AB (in primitiven Translationen des Bragg'schen Gitters gemessen) mindestens verdoppeln (Fig. 3). Tatsächlich befinden sich genügend viele Atome des Bragg-Modelles [1] in allgemeiner Lage resp. an Orten mit einem Freiheitsgrad, wenn $AB = 4\iota$ des Bragg-Gitters gemacht wird. Diese Atome können jetzt beliebig weit in den möglichen Richtungen verschoben und das Bragg-Modell mit beliebiger Annäherung in die Raumgruppe $\mathfrak{T}^1$ übertührt werden.

Zur Darstellung der einfachsten Umdeutungen des Bragg-Modelles gemäß den Symmetrieforderungen der Raumgruppen $\mathfrak{T}^1$, $\mathfrak{T}^2$, $\mathfrak{T}^3$ fassen wir eine Gruppe regelmäßig um den Schnittpunkt dreier Digyren gelagerter Atome zusammen und bezeichnen diesen Komplex als „Teilwürfelchen" (Fig. 2). Seine Kantenlänge beträgt

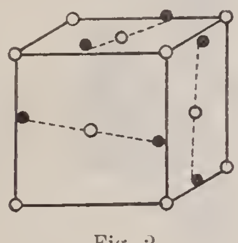


Fig. 2.

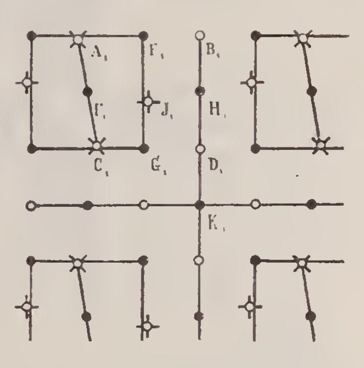


Fig. 3.

nahe 2ι des Bragg'schen Gitters. Die Würfelwände sind undurchsichtig gezeichnet, im Zentrum, dem Schnittpunkt von 3 Digyren und 4 Trigyren, sitzt ein „weißes" Atom. Es ist für die tetartoedrische Umgestaltung der holoedrischen Struktur hinreichend, wenn die Atome auf den Kantenmitten in der angedeuteten Weise verschoben sind. Aus diesem Teilwürfelchen können wir nun leicht die Raumgruppen $\mathfrak{T}^1$, $\mathfrak{T}^2$ und $\mathfrak{T}^3$ aufbauen. $\mathfrak{T}^1$ entsteht, wenn wir die Teilwürfelchen entsprechend der Translationsgruppe T_c mit einem Abstand $= 2\iota$ des Bragg'schen Gitters von Würfelseite zu Würfelseite aneinanderschichten. Jedes Würfelchen ist durch

[1] Nämlich mit 3 Freiheitsgraden G, J_1, C_1, D_1 (vergl. Fig. 3), mit einem Freiheitsgrad C, J, D, F_1, H_1, G_1, K_1, mit 0 Freiheitsgraden F, H, K.

eine Atomwand allseitig von dem Nachbarwürfelchen getrennt. Auch die Atome in B. D. B_1. D_1. H_1. K_1 können aus ihren normalen Lagen heraustreten. brauchen es aber nicht merklich zu tun. So ergibt eine Netzebene (100) das Bild der Fig. 3.

$\mathfrak{T}^3$ entsteht, wenn wir die Teilwürfelchen der Translationsgruppe T_c'' unterwerfen und sie dabei so aneinanderrücken, daß ein Eckatom immer zwei Nachbarwürfelchen gemeinsam ist (wie in Fig. 8, jedoch mit durchaus paralleler Stellung der Würfel!). Wieder genügt es zum Ausdruck der Tetartoedrie, wenn die Atome der Kantenmitten merklich verschoben sind. Die zwischen den Würfeln liegenden freien Räume sind leicht so mit Atomen zu füllen. daß unsere Grundvoraussetzung bestehen bleibt.

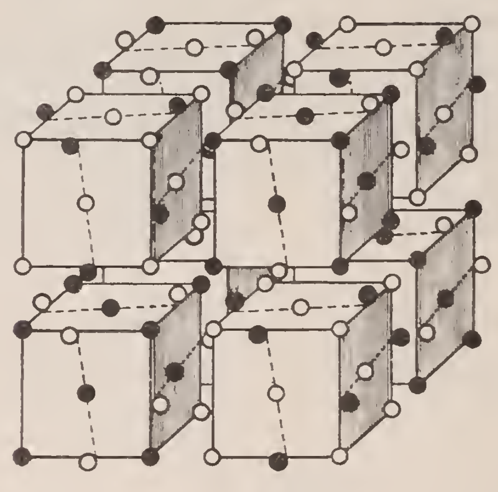


Fig. 4.

Bei $\mathfrak{T}^4$ ergibt sich ein anderes Bild. Denken wir uns ein weiteres Teilwürfelchen, das von der Fig. 2 nur dadurch verschieden ist. daß die zwei Atomsorten ihre Plätze tauschen und bezeichnen den ersten Typ kurz als „weißes“, den zweiten als „schwarzes“ Teilwürfelchen! Schwarze und weiße Teilwürfelchen werden nach dem Schema der Fig. 4 zusammengefügt. Der kürzeste Abstand zwischen zwei Würfelzentren beträgt $3\,r$ des Bragg'schen Gitters. Die Atome besitzen die gleichen Freiheitsgrade wie in den beiden anderen Fällen. aber nur die Atome der Kantenmitten müssen merklich verschoben sein.

Die Deformationen in den schwarzen Teilwürfelchen sind unabhängig von den Verschiebungen in den weißen. Dem tetartoedrischen Charakter entsprechend können also schwarze rechte positive und negative und schwarze linke positive und negative mit

sämtlichen entsprechenden Variationen der weißen Teilwürfelchen kombiniert werden. Treten rechte und linke oder negative und positive in gesetzmäßigem Wechsel zugleich auf, so entstehen besondere Komplikationen, die das Zurücktreten des tetartoedrischen Charakters durch teilweise Kompensation verständlich machen. Ein Beispiel gibt Fig. 5 in vereinfachter Darstellung. Die freien Räume

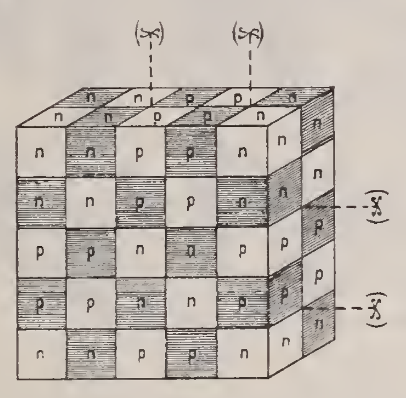


Fig. 5.

zwischen Würfelwänden sind in der Zeichnung vernachlässigt, schraffierte Würfel versinnlichen Teilwürfel mit schwarzen, unschraffierte solche mit weißen Eckpunkten, die Aufschrift p bedeutet positive, die Aufschrift n negative Aufstellung. Betrachtet man in dieser Anordnung nur eine Sorte (etwa die weißen) Teilwürfelchen allein, so geht die Struktur in die gyroedrische Raumgruppe $\mathfrak{O}^4$ über[1]. Praktisch tritt der Fall ein, wenn die Verschiebungen in den schwarzen Teilwürfelchen gyroedrischen Klassencharakter so weit anstreben, daß Abweichungen davon in den üblichen Untersuchungsmethoden verschwinden.

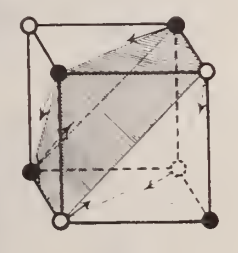


Fig. 6.

Zum Aufbau von $\mathfrak{T}^4$ und $\mathfrak{T}^5$ empfiehlt sich die Zusammenfassung eines Komplexes von 8 Atomen wie in Fig. 6. Die Schraffen verbinden zwei zur Trigyre senkrechte Schnittebenen. Die Atome, die auf ihnen liegen, sind in trigyrischem Rhythmus in allgemeine Lage gerückt, weiße und schwarze Atome unabhängig voneinander. Die Beschreibung der Anordnung gemäß $\mathfrak{T}^4$ sei unterlassen, da sich $\mathfrak{T}^5$ durch besondere Einfachheit vorwiegend empfiehlt. Die charakteristische Anordnung der Teilwürfelchen ist mit Hilfe der

[1] Es entstehen die eingeklammerten 4zähligen Schraubenachsen der Fig. 5 und in Quinkunxstellung dazu auch noch gegendrehende.

schraffen und Pfeile aus Fig. 7 zu ersehen. Der kürzeste Abstand zweier Teilwürfelzentren beträgt $2r$ des BRAGG'schen Gitters, ihre Wände sind wieder undurchsichtig gezeichnet.

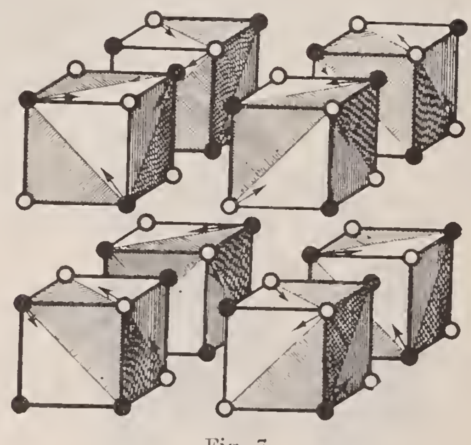


Fig. 7.

In allen Neukonstruktionen sind symmetrisch verschiedenwertige Na- und Cl-Atome vorhanden, in $\mathfrak{T}^1$ und $\mathfrak{T}^2$ je viererlei, in $\mathfrak{T}^3$ dreierlei, in $\mathfrak{T}^5$ nur je zweierlei. $\mathfrak{T}^5$ gibt also in jeder Hinsicht die einfachste Neukonstruktion.

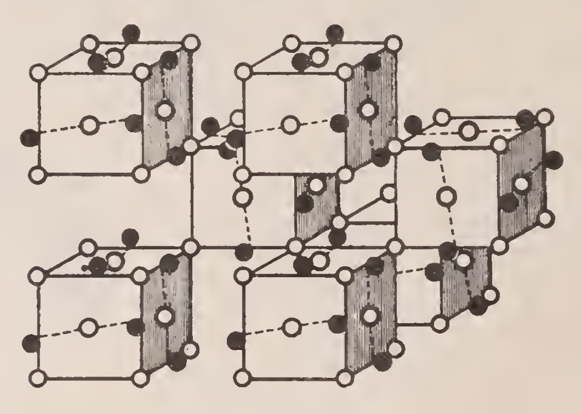


Fig. 8.

Unter den möglichen gyroedrischen wurde die einfachste gemäß $\mathfrak{O}^4$ bereits im Anschluß an $\mathfrak{T}^3$ diskutiert. Auch beim Modell der Raumgruppe $\mathfrak{O}^2$ können wir vom Atomkomplex der Fig. 2 ausgehen. Teilwürfelchen einer Art (also etwa mit Cl im Würfelzentrum) sind wie in Fig. 8 zusammengesetzt, wobei jedoch die

Stellung (positiv oder negativ) sich in charakteristischer Weise ändert. Analog wie bei $\mathfrak{T}^3$ sind die freien Räume zwischen den Teilwürfeln mit Atomen unter Berücksichtigung der Grundvoraussetzung und der entsprechenden Freiheitsgrade zu füllen.

Die Anordnungen $\mathfrak{O}^6$ (zugleich mit der nur durch den Drehungssinn der Schraubenachsen unterschiedenen $\mathfrak{O}^7$) und $\mathfrak{O}^8$ liefern kompliziertere Konstruktionen, dagegen sind die Strukturmodelle gemäß $\mathfrak{O}^1$, $\mathfrak{O}^3$, $\mathfrak{O}^5$ leicht zu überblicken und teilweise für die folgenden Betrachtungen von Wichtigkeit. Statt des Teilwürfelchens der Fig. 2 sei ein weiteres konstruiert, das dem in Fig. 9 c abgebildeten ähnlich ist. In seinem Zentrum schneiden sich 4 Trigyren, 3 Tetragyren, 6 Digyren. Seine Kantenlänge ist mindestens gleich $4\,l$ des Bragg-Modelles. Bei Fig. 9 c sind einige Atomörter unbesetzt, die jedoch zunächst ebenfalls mit Atomen ausgestattet sein mögen. Die Freiheitsgrade der einzelnen Atome kann man leicht aus den einzuzeichnenden Achsen ableiten.

Diese Teilwürfel werden nun analog wie bei $\mathfrak{T}^1$, $\mathfrak{T}^2$, $\mathfrak{T}^3$ zusammengefügt. Weiterhin wichtig ist $\mathfrak{O}^5$. Auch hier sind zwei Teilwürfelsorten (schwarze und weiße) nebeneinander vorhanden und im charakteristischen Wechsel der Fig. 11 aufgebaut. Der kleinste Abstand zweier ungleichnamiger Würfelzentren beträgt $5\,l$ des Bragg'schen Gitters. Auch hier sind die Verschiebungen in schwarzen Teilwürfeln von denen der weißen Teilwürfel durchaus unabhängig.

Ein Überblick über die möglichen Neukonstruktionen führt hiernach zu folgenden Sätzen:

1. Es sind so viele einfachste gyroedrisch und tetartoedrisch deformierte Abarten des Bragg-Modelles möglich, als es tetartoedrische und gyroedrische Raumgruppen gibt.

2. Alle geschilderten Neukonstruktionen gehen in beliebig weit zu treibender, stetiger Annäherung in das Bragg'sche Struktur-Modell über.

3. Es ist von vornherein zu erwarten, daß die gyroedrischen Atomverschiebungen bis zu einem beträchtlichen Ausmaß in den bis jetzt vorgenommenen röntgenographischen und röntgenometrischen Untersuchungen übersehen werden.

4. Bei tetartoedrischen Anordnungen sind Anomalien im Lauephotogramm eher zu erwarten. Beim Steinsalz ist bislang in dieser Hinsicht nichts Auffälliges beobachtet.

5. Die neuen Strukturen, deren jede den einfachsten Fall in der betreffenden Raumgruppe darstellt, sind insgesamt durch das Auftreten symmetrieverschiedener Atome eines Elementes kompliziert. Einige empfehlen sich durch relative Einfachheit oder eine im folgenden zu berücksichtigende Gesetzmäßigkeit, so $\mathfrak{T}^2$, $\mathfrak{T}^5$, $\mathfrak{O}^4$ und $\mathfrak{O}^5$.

6. Ebenenperiode und Ebenenbelastung sind angenähert denen des Bragg'schen Modelles gleich. Glanzwinkel, Kantenlänge des

elementaren Kubus und Masseninhalt desselben stehen im nämlichen Verhältnis wie beim BRAGG'schen Modell.

7. Absichtlich wurden Annahmen über etwaige Symmetrieeigenschaften der Atome selbst unterlassen. Bis jetzt wurde keine Erscheinung beobachtet, die dafür spricht, daß Elektronenanordnung oder gar der Drehungssinn von Elektronenbahnen lösungstechnisch merklich würde. (Es wäre sehr zu begrüßen, wenn dieser Zusammenhang bestünde und man lösungstechnisch Anschauungen über Elektronenringlagen in einzelnen Atomen und Atomverbindungen erlangen könnte!)

8. Beiläufig sei bemerkt, daß die Anheftung von Symmetriebesonderheiten an Atome in einer Hinsicht günstig ist: Man hat nur symmetrisch gleichwertige Atome eines chemischen Elementes zum Aufbau nötig, während in den obigen Neukonstruktionen stets mehrerlei Atome e i n e s Elementes erfordert werden.

III.

Der gyroedrische (und auch wohl der tetartoedrische) Symmetriecharakter läßt sich sonach mit den röntgenographischen und röntgenometrischen Befunden in Einklang bringen. Dagegen gelingt es auf dieser Basis nicht, je ein Alkaliatom symmetrisch an je ein Halogenatom zu koppeln. Zwar lassen sich sowohl bei den holoedrischen wie bei den gyroedrischen und tetartoedrischen Konstruktionen Halogen und Alkali in einzelnen gleichen Paaren zusammenbinden, aber sowohl Bindungen parallel den Würfelkanten wie g l e i c h e Bindungen in anderen Richtungen kontrastieren stets mit der Gittersymmetrie. Hierzu haben SMITS und SCHEFFER [1] die Forderung aufgestellt, daß ein befriedigendes Strukturmodell erstens die chemisch beobachteten Valenzen eines Atomes sichtbar werden lasse und zweitens gleichzeitig in seiner Symmetrie vollauf mit Wachstums- und Lösungssymmetrie übereinstimme. Auch SMITS und SCHEFFER nehmen das Steinsalz als isomorph mit dem gyroedrischen Sylvin an und betrachten das BRAGG'sche Strukturmodell lediglich als erste Annäherung an den wahren Sachverhalt. Nach den Verfassern widerspricht die willkürliche Aufteilung von Hauptvalenzen in (im vorliegenden Fall sechs) Nebenvalenzen der gewöhnlichen erprobten Auffassung, die BOLTZMANN dahin formuliert, daß die chemische Anziehung keineswegs eine Funktion der Entfernung der Atomschwerpunkte ist, sondern daß die Valenzkräfte bloß an verhältnismäßig kleine Bezirke von endlicher und für das Atom charakteristischer Zahl an die Atomoberfläche gebunden sind. Aus verschiedenen Ansätzen werden übereinstimmende zahlenmäßige Belege erbracht, daß die Abstände chemischer Bindungsrichtungen im

[1] SMITS und SCHEFFER. Koenigl. Ak. van Wetensch. Amsterdam. Proceedings. **19.** No. 2. p. 432.

Kristall merklich von gleicher Größe mit anderen nicht durch chemische Kräftewirkung ausgezeichneten Abständen sind, so daß der Unterschied beider Strecken im Röntgenspektrometer (wie auch im vorausgehenden angenommen wurde) nicht fühlbar wird.

Smits und Scheffer versuchen die Konstruktion mit einem Gebilde, das unseren Teilwürfeln der Gruppen $\mathfrak{O}^1$, $\mathfrak{O}^3$, $\mathfrak{O}^5$ ähnlich ist. Ein Würfelchen mit der Kantenlänge $= 2\,l$ des Bragg'schen Gitters erhält Flächenzentrierungen durch sechs gleiche Atome. Im übrigen sind weder in noch auf dem Würfelchen Atome postiert (Fig. 9 a). Wird das Würfelchen allseitig von einer weiteren Atomschicht umschlossen, so entsteht eine zweite Größenklasse der

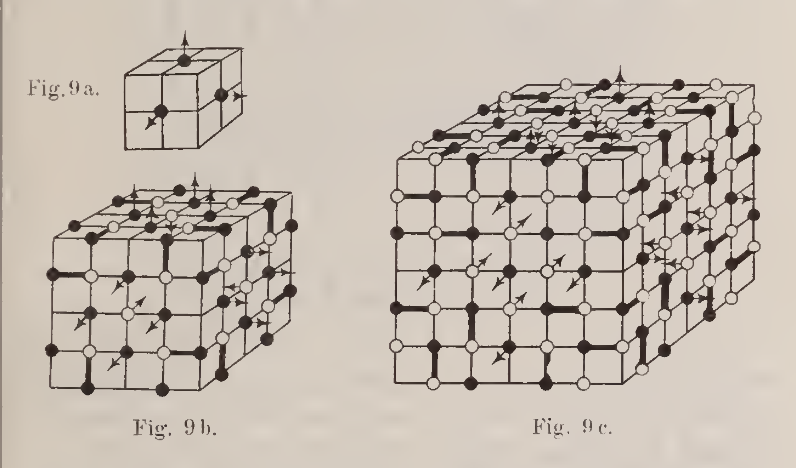

Fig. 9 a.

Fig. 9 b. Fig. 9 c.

Teilwürfel (Fig. 9 b), durch Umkleidung mit einer weiteren Atomebene eine dritte Größenklasse (Fig. 9 c). Dabei werden durchgehends charakteristische Auslassungen vorgenommen, so daß die durch das Würfelzentrum gehenden Digyren und Trigyren von Atomen unbesetzt bleiben. Jetzt ist es leicht, chemische Bindung singulärer Valenzen so vorzunehmen, daß gyroedrischer Symmetriecharakter resultiert. In Fig. 9 sowie Fig. 10 sind die Achsen der engen Valenzkraftröhren in den Würfelwänden durch starke Linien, zur Würfelwand senkrechte nach drüber oder drunter gehende durch kleine Pfeile angedeutet. Wieder können wir „schwarze“ und „weiße“ Teilwürfel unterscheiden. Von Größenklasse 3 (Fig. 9 c) mit Kantenlängen $> 2\,l$ des Bragg'schen Modelles an sind rechts- und linksgyroedrische Bindungen trigyrisch verknüpfter Punkttripel zugleich möglich und pseudoholoedrische Eigenschaften eines nach dem Smits-Scheffer'schen Schema gebauten Atomhaufens lassen sich vielleicht dadurch erklären, daß sich links- und rechtsgyroedrische Punkttripel teilweise kompensieren. Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse ist in Fig. 10 a—e auch die Vorderwand von zwei

weiteren Größenklassen (4 und 5) dargestellt, die leicht durch trigyrische Wiederholung zum vollkommenen Würfelmodell zusammengesetzt werden können. Von geometrischen Verschiebungen sieht Smits-Scheffer in den zeichnerischen Darstellungen ab. Sie können aber auch hier gemäß den Freiheitsgraden der einzelnen Atomörter stattfinden und werden besonders die chemischen Bindungsrichtungen durch verkürzte Abstände hervorheben.

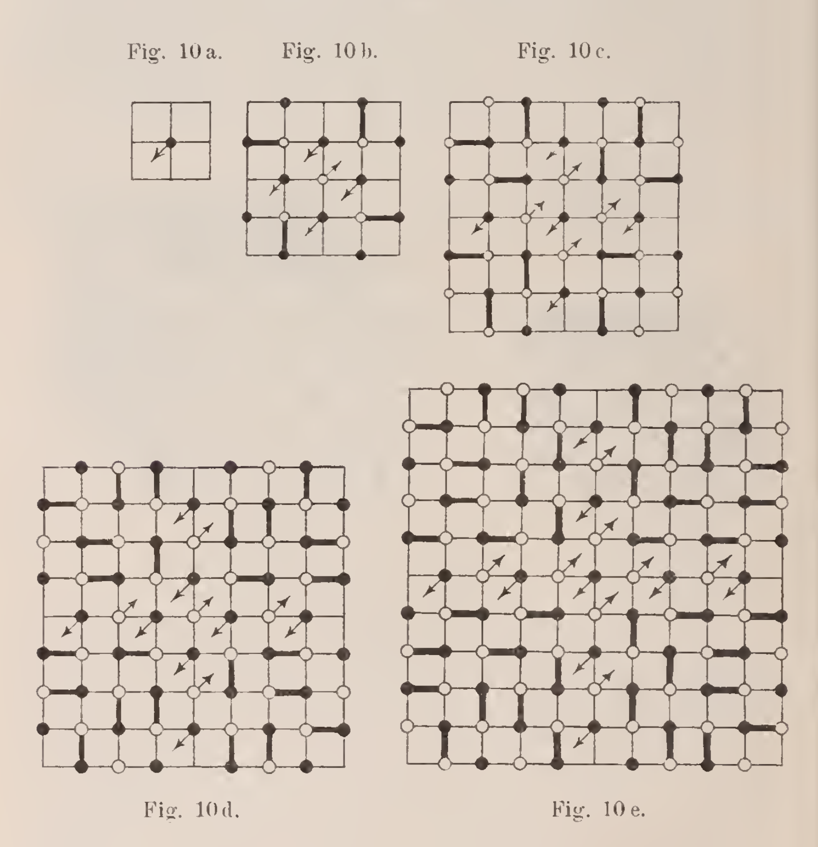


Fig. 10a. Fig. 10b. Fig. 10c. Fig. 10d. Fig. 10e.

Smits und Scheffer bezeichnen die Teilwürfel als „Kristallmoleküle" und denken sich das Steinsalz aus „Kristallmolekülen zweierlei Art" aufgebaut. Vermutlich befinden wir uns mit den Verfassern im Einverständnis, wenn wir die „Kristallmoleküle zweierlei Art" als „schwarze" und „weiße" Teilwürfel auffassen und das Gesamtgebäude nach den Symmetrieforderungen der Raumgruppe $\mathfrak{O}^5$-im Sinne der Fig. 11 vornehmen. Wieder sind die Teilwürfelchen mit undurchsichtigen Wänden gezeichnet, und es sei nochmals hervorgehoben, daß hierdurch außer einer willkürlichen

symmetrischen Zusammenfassung keinerlei Komplexbildung angedeutet werden soll. Genau wie Teilwürfelchen der Größenklasse 2, wie sie in Fig. 11 vorliegen, können auch höhere Größenklassen zum Aufbau verwendet werden. Nach SMITS-SCHEFFER sollen die röntgenometrischen Effekte unempfindlich dagegen sein. Wie die nach-

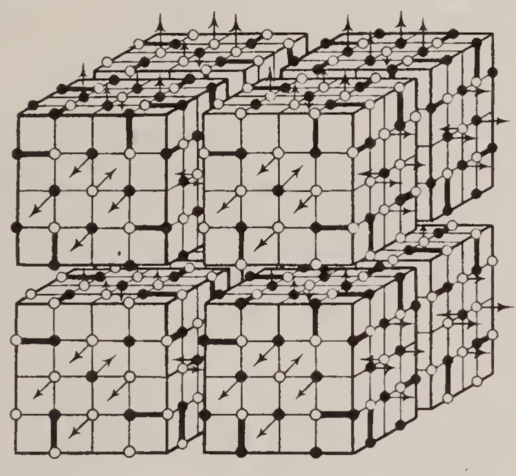


Fig. 11.

folgenden Berechnungen zeigen, sind aber gewisse Grenzen gezogen. Die SMITS-SCHEFFER'sche Auffassung ist von prinzipieller Bedeutung für unsere Vorstellung vom Kristallfeinbau. Ob man die Hypothese annimmt oder ablehnt, wird sich darnach zu richten haben, inwieweit sie durch kristallographische Daten gestützt wird.

IV.

Die SMITS-SCHEFFER'sche gibt über unsere obigen Strukturversuche hinaus

1. die Möglichkeit, singuläre Valenzen symmetrisch zu koppeln. Sie bringt 2. eine neue und eigentümliche Erklärung für die ausschließlich würflige Spaltbarkeit.

Wir bezeichnen als spezifische Valenzdichte η zwischen aufeinanderfolgenden Netzebenen die Zahl der von einer zur anderen Parallelebene hinüberführenden chemischen Bindungen pro Flächeneinheit. Nur im Ebenensatz parallel $\{100\}$ fehlen Valenzbindungen zwischen bestimmten Flächenpaaren vollkommen, wie Tab. 1 auf p. 14 veranschaulicht.

3. Bewahrt das SMITS-SCHEFFER'sche Modell vor einer Absurdität, auf die F. RINNE bereits früher hingewiesen hat[1].

[1] F. RINNE, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chem. 96. 1916. p. 334.

Tabelle 1. Relative Valenzdichten.

Ebene	1	2	3	4	5	6	7	8	
	0,0	200	160	200	0	0	200		Ebenensatz (100)
	113,1	169,6	226,3	169,6	131,1	131,1	169,64		„ (110)
	96,2	262,6	138,6	262,6	96,2	96,2	262,6		„ (111)
		Periode					Periode		

In einem idealen ebenflächig begrenzten Kristall (— die Bezeichnung „ideal“ bis auf atomistische Dimensionen ausgedehnt —) ist das numerische Verhältnis der Atome verschiedener chemischer Natur von der Kristallgröße abhängig. Bei kolloiden Dispersitätsgraden würde das stöchiometrische Mißverhältnis bereits analytisch-chemisch merkliche Werte erreichen. Ein Steinsalzwürfel mit einer Seitenlänge = 40 ι des Bragg-Modelles hat pro Seite 66,6 überzählige Atome.

Nun ist allerdings auch das Smits-Scheffer'sche „Kristallmolekül“ kein chemisch gesättigter Atomkomplex. Erst bei relativ hoher Größenklasse wird die Zahl der ungesättigt in den Raum starrenden Valenzen klein gegenüber der Gesamtzahl der im Kristallmolekül vereinigten Atome, wie vor allem Kolonne F der Tab. 2 veranschaulicht [1].

Erinnern wir uns, daß die Atomkomplexe, die Smits und Scheffer als „Kristallmoleküle“ bezeichnen, willkürliche Zusammenfassungen darstellen, und daß ferner parallel {100} periodisch Ebenen wiederkehren, zwischen denen die Valenzdichte 0 ist, so können wir uns auch Kristallteile vorstellen, die durch solche chemisch unverbundenen Atomwände aus dem Kristallgebände herausgeschnitten werden. Wir haben sodann „ideal“ ausgebildete Würfel beliebiger Größe, bei denen das stöchiometrische Verhältnis exakt erfüllt ist.

4. Die Smits-Scheffer'sche Atomanordnung ist auch mit den röntgenometrischen Befunden im Einklang, verlangt aber Teilwürfel einer relativ hohen Größenklasse.

[1] Zur Berechnung der Tabelle bezeichnet man die Kantenlänge des Kristallmoleküls in ι-Werten des Bragg-Modelles mit p, dann ist die Gesamtzahl der in einem Kristallmolekül enthaltenen (Na + Cl)-Atome $= (p + 1)^3 - 10\,p - 1$. Die Zahl der freien Valenzen erhält man, indem man die ganzen Vielfachen von 4 in p feststellt, den Rest durch 8 dividiert, der gefundenen Zahl der Vielfachen zuzählt und das ganze mit 24 multipliziert. Hat das „Kristallmolekül“ einen zentralen Cl-Atomort, so sind die freien Valenzen positiv, im entgegengesetzten Fall negativ. Ähnliche, aber kompliziertere Ansätze führen zu den Zahlenwerten der Tabellen 1 und 3.

Tabelle 2.

No. der Größenklasse vom Typ 1	Kantenlänge in r-Längen des Bragg-Modelles	Zahl der Na-Atome	Zahl der Cl-Atome	Zahl der Na- + Cl-Atome	Verhältnis der Na- und Cl-Atome	Zahl der freien Valenzen	Valenzdichte zw. „Kristallmoleküle" in willkürl. Einheiten
1	2	6	0	6	∞	6	1111.1
2	4	54	30	84	1,8	24	160.0
3	6	156	126	282	1,243	30	102,0
4	8	348	300	648	1,160	48	98,8
5	10	642	588	1238	1,091	54	74.3
6	12	1069	997	2066	1,072	72	71.1
7	14	1656	1578	3234	1.049	78	57.8
8	16	2474	2378	4852	1,044	96	55,4
9	18	3390	3288	6678	1.031	102	47.1
10	20	4590	4470	9060	1,029	120	45.4
.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	
50	100	514950	514350	1029300	1.001	600	9.8
A	B	C	D	E	F	G	H

Der Ebenensatz parallel {100}, der bei Bragg aus lauter identischen Ebenen besteht, löst sich bei Smits-Scheffer in eine Ebenenfolge auf, deren Periode mit der Größe der verwendeten Kristallmoleküle wächst. In Tab. 3 ist der (100)-Ebenensatz eines Smits-Scheffer-Modells der Größenklasse 2 auf (010) als Zeichenebene dargestellt. Die senkrechten Geraden versinnlichen die

Tabelle 3.

$\frac{x}{2}$ $\frac{x}{2}$ $(a-x)$ $\frac{x}{2}$ a a $\frac{x}{2}$ $(a-x)$ $\frac{x}{2}$ $\frac{x}{2}$ $(a-x)$ $\frac{x}{2}$ $\frac{x}{2}$

4 8 5 5 12 16 12 5 5 8 4 4 8 5

Periode

Schnittspuren der einzelnen (100)-Netzebenen. Die spez. Flächenbelastungen stehen am Fußpunkt der Geraden, während die entsprechenden Abstände am Kopfende vermerkt sind. $a = r$ des Bragg'schen Gitters, $\frac{x}{2}$ ist der kleine Betrag, um den chemische Bindungsabstände von anderen Abständen unterschieden sind.

$\frac{x}{2}$ kann $= 0$ werden, dann geht das SMITS-SCHEFFER'sche gyroedrische Modell, soweit die geometrische Gestalt in Betracht kommt, in ein holoedrisches Modell mit Auslassungen über. Statt der BRAGG'schen Ebenenfolge mit den Belastungen 25, 25, 25 ... entsteht eine solche mit den Belastungen $\overline{17, 17, 16, 17, 17}$, 17 ...., wobei sich die ersten 5 Werte als bilateralsymmetrische Periode wiederholen. Legen wir die BRAGG'schen Ansätze[1] zugrunde und wählen wir x willkürlich $= 0{,}1$ a, so sind zu erwarten:

Eine Reflexion 1. Ordnung bei $1^0\,11'$ Glanzwinkel mit der (100)-Fläche und einer relativen Intensitätszahl $= 1.35$;

2. Ordnung bei $2^0\,21'$, mit einer Intensität von der Größenordnung 10^{-2};

3. Ordnung bei $3^0 23'$, Intensität von der Größenordnung 10^{-3};

4. Ordnung bei $4^0 43'$, Intensität von der Größenordnung 10^{-3};

5. Ordnung bei $5^0\,54'$, Intensität $= 100$.

Die Reflexion 5. Ordnung ist mit BRAGG's Reflexion 1. Ordnung identisch. Es ist sofort ersichtlich, daß die Reflexionen 1—4 bei der bis jetzt erreichten Genauigkeit der Messungen ausbleiben und sich das SMITS-SCHEFFER'sche Gitter in dieser Hinsicht genau so verhält, wie ein BRAGG'sches. Das trifft in erhöhtem Maße zu, wenn wir mit Teilwürfeln höherer Größenklassen arbeiten[2].

Es gibt aber noch einen andern rechnerischen Ansatz, wo die SMITS-SCHEFFER'schen Auslassungen sehr wohl fühlbar werden. BRAGG hatte die halbe primitive Translation $\iota = a$ und damit die Wellenlänge des verwendeten Palladiumstrahles aus der Gleichung

$$a = \sqrt[3]{\frac{\overline{G}_{Na} + \overline{G}_{Cl}}{2 \text{ spez. Gew.}}}$$

bestimmt. Hierin bedeuten G_{Na} das absolute Gewicht eines Natrium-, G_{Cl} dasjenige eines Chloratoms, wie es auf Grund der AVOGADRO-schen Zahl gefunden werden kann. Unter Zugrundlegung des SMITS-SCHEFFER'schen Gitters mit seinen charakteristischen Auslassungen geht die obige Gleichung über in

$$a' = \frac{1}{5} \sqrt[3]{\frac{84\,(\overline{G}_{Na} + \overline{G}_{Cl})}{2 \text{ spez. Gew.}}} = 0{,}695 \text{ a};$$

Das spezifische Gewicht ist mit genügender Genauigkeit zu bestimmen. Es folgt also aus beiden Ansätzen eine beträchtlich verschiedene Palladiumwellenlänge, und es müßten auffallende Unstimmigkeiten entstehen, wenn man das Na-Cl-Gitter mit anderen

[1] W. L. BRAGG, Proc. Roy. Soc. A. 89. 1914. p. 468.

[2] Auch die BRAGG'sche 5. Ordnung des (100)-Ebenensatzes ist nur schwierig elektrometrisch festzustellen.

Strukturen vergleicht, bei denen die Auslassungen in einem anderen Verhältnis vorgenommen sind. Wir haben soeben ein aus Teilwürfeln der Größenklasse 2 aufgebautes Strukturmodell mit dem Bragg'schen verglichen. Die geschilderte Diskrepanz wird jedoch mit steigender Größenklasse immer geringer. Im folgenden ist der Masseninhalt der einzelnen Kristallmoleküle angegeben, bezogen auf den Masseninhalt des gleichen Raumes im Bragg'schen Strukturgebäude als Einheit.

Größenklasse . .	2	3	4	5	6 . . .
spez. Masse . . .	0,695	0,937	0,961	0,976	0,980 . .

Es muß also mindestens eine höhere Größenklasse als No. 4 (mit Kantenlängen der Kristallmoleküle > 8 $\imath$) vorliegen, bis es verständlich wird, daß der Korrektionsfaktor übersehen sein sollte.

V.

Mit der Stellungnahme in dieser kristallographischen Frage ist das physikalische Bild bestimmt, das wir uns vom Kristallfeinbau machen müssen. Abgesehen von der Annahme, daß die Atome bezüglich ausgezeichneter innerer Richtungen vollkommen ungeordnet zu den Atomverbänden zusammentreten, sind elektronistisch vor allem zwei Vorstellungen versucht worden.

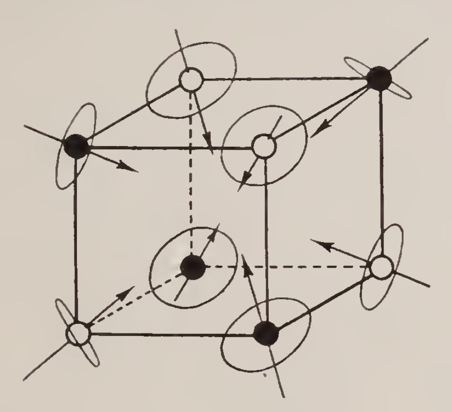


Fig. 12.

Die erste ist die Crehore'sche. Die Atome werden hierin als Dipole betrachtet, in deren Äquatorebene sich Elektronen auf Ringbahnen bewegen. Um eine Vorstellung zu gewinnen, denken wir uns das Bragg'sche Modell in der uns geläufigen Weise in Teilwürfel von der Kantenlänge $\imath$ zerlegt. Ein solcher Würfel ist nur an seinen Ecken mit Atomen belastet, und zwar liegen die Atomachsen so auf den Trigyren des Würfelchens, daß sie mit

elektromagnetisch gleichnamigen Achsenenden nach dem Zentrum des Teilwürfelchens weisen. In Fig. 12 sind die gleichnamigen Achsenenden durch Pfeilspitzen, die Elektronenbahnen durch Kreisringe angedeutet, die um das Atom herumgelegt sind. Wie bei den Konstruktionen unter II. ist hier die Koppelung singulärer Valenzen ausgeschlossen. Hier wie dort ist ein gyroedrischer Symmetriecharakter durch entsprechende Verschiebungen der Atomschwerpunkte zu erreichen. Die Teilwürfelchen der Fig. 12 sind der Translationsgruppe Γc zu unterwerfen, wodurch das ganze Schema des Crehore'schen Aufbaus gegeben ist. Interessant ist hierbei, daß das Modell ohne weitere Atomverschiebungen als Vertreter der Raumgruppe $\mathfrak{T}^1$ erscheint, wenn man die Bewegungsrichtung der kreisenden Elektronen für den Symmetriecharakter mit verantwortlich macht.

Eine Schwierigkeit bringt die Annahme vollkommener Dissoziierung der Na-Cl-Moleküle auch im festen Zustand insofern, als man annehmen müßte, daß die Atome in verdünnter Lösung dissoziiert beim Einengen der Lösung sich zu Molekülen zusammenfinden sollten, um bei der Kristallisation von neuem in Einzelindividuen aufgeteilt zu werden. Hier würde sich eine kürzlich von Snethlage [1] ausgesprochene Ansicht passend einfügen. Ihr zufolge soll der Dissoziationsgrad von der stärksten Verdünnung bis zur Sättigung bei den sogenannten starken Elektrolyten stets 1 betragen und die variable Leitfähigkeit auf andere Faktoren zurückzuführen sein.

Eine zweite Vorstellung über den Kristallfeinbau hält an der Fortexistenz der (in unserem Falle singulär gekoppelten) Molekülkomplexe auch im kristallinen Aggregatzustand fest. Die Ionen vereinigen sich in gesättigten Lösungen zu Molekülen, vielleicht bereits zu größeren Komplexen („Kristallmolekülen") und erst diese treten mit unveränderter molekularer Struktur zum Kristallgebäude zusammen. Die zur Zeit bestbegründeten Anschauungen über die elektronistische Struktur von Alkali-Halogen-Molekülen entwirft Kossel [2] auf Grund Sommerfeld'scher Arbeiten. Um die Verbindungsgerade eines elektropositiven Na-Atomkernes mit einem Cl-Atomkern bewegen sich die (beiden Atomen zugehörigen) Elektronen auf Kreisbahnen in einer gemeinsamen Ebene. Wie Fig. 13 zeigt, liegt die Bahnebene der Elektronen nicht genau halbwegs zwischen den Atomkernen, sondern je nach Molekülart mehr oder weniger einseitig. Das Valenzelektron ist in dem äußersten Elek-

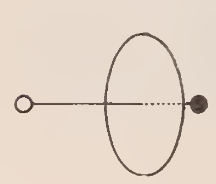


Fig. 13.

[1] Snethlage, Zeitschr. phys. Chem. 90. 1. 139.
[2] Kossel, Ann. d. Phys. IV. Folge. 1916. 49. No. 3. p. 230—362.

tronenring mit aufgenommen. Auf das Smits-Scheffer-Modell (Fig. 9. 10, 11) bezogen, sind die Elektronenringe sowohl auf den stark ausgezogenen Verbindungsgeraden, wie auf den eingezeichneten Pfeilschäften anzubringen. Es ist erklärlich, daß die Elektronenringe infolge ihrer geringen Masse sowohl röntgenometrisch wie lösungstechnisch unwirksam bleiben und der gyroedrische Charakter erst durch die relative Abstandsverkürzung molekular zusammengekoppelter Atomkerne hervorgerufen wird.

Leipzig, Inst. f. Min. u. Petrogr., Mai 1917.

Die Stellung des Pyroxengranulits im System der Eruptivgesteine.

Von **W. Bergt** in Leipzig.

Der Pyroxengranulit des sächsischen Granulitgebirges ist seit mehr als 100 Jahren bekannt und Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung. Engelbrecht erwähnt in seiner 1802 veröffentlichten Arbeit „Kurze Beschreibung des Weißsteins, einer im geognostischen System bis jetzt unbekannt gewesenen Gebirgsart" auch die dunkle Granulitart. Das scheint die wissenschaftliche Geburtstunde des sächsischen Pyroxengranulits zu sein.

Der sächsische Granulit mit dem ihm aufs innigste verbundenen Pyroxengranulit hat in einem Jahrhundert einen viermaligen Wechsel petrogenetischer Theorien über sich ergehen lassen müssen. Zu Anfang des 19. Jahrhunderts galt er unter der Herrschaft des Werner'schen Ultraneptunismus als ein Sedimentgestein. 1836 erklärte ihn Naumann für eruptiv. 1871 warf ihn Stelzner wieder unter die metamorphen Sedimente, und zu Beginn des 20. Jahrhunderts feierte er seine neue plutonische Auferstehung (Sauer 1899, Lepsius und Credner 1903). Obwohl die lange verborgen gebliebene mineralische Zusammensetzung des Pyroxengranulits seit Merian 1885[1] richtig erkannt ist, obwohl die Wissenschaft die chemische Zusammensetzung des Gesteines einigermaßen kennt, obwohl Rosenbusch[2] den Pyroxengranulit nach diesen beiden Eigenschaften zu bestimmten Eruptivgesteinen in nähere Beziehung gebracht hat, indem er ihn 1898 als Gneisform, d. h. als kristalliner Schiefer ausgebildetes Gestein der Eruptivreihe „Hypersthengranit—Hypersthendiorit—Norit" und 1910 als das gleiche der Eruptivreihe „Hypersthengranit—Mangerit—Anorthosit" erklärt, blieben doch die wichtigen Fragen unbeantwortet:

[1] A. Merian, Studien an gesteinsbildenden Pyroxenen. N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. Beil.-Bd. III. 252—315.

[2] H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. 1. Aufl. 1898. 486/7; 3. Aufl. 1910. 617.

Welches geologische Auftreten, welches geologische Verhältnis zu anderen verwandten Gesteinen besaß der Pyroxengranulit bei seiner ursprünglichen eruptiven Entstehung, bevor er, nach Ansicht der Metamorphiker, zum kristallinen Schiefer umgewandelt wurde? Und wie ist sein inniges Gebundensein einerseits an den Granulit, anderseits seine Gabbroähnlichkeit zu erklären, die so groß ist, daß STELZNER 1871 geneigt war, Hypersthenit und Gabbro nur als besonders grobkristalline Trappgranulite zu deuten?

In Sachsen zeigt der Pyroxengranulit eine Strukturausbildung und ein geologisches Auftreten, die beide nicht geeignet sind, diese zwei Fragen sicher zu beantworten. Dagegen ermöglicht das Bayrisch-Böhmische Grenzgebirge eine Lösung des Pyroxengranuliträtsels. Bei meinen Studien im Gabbro-Amphibolitgebiet des Hohen Bogens im Bayrischen Wald und der Fortsetzung des ersten im Böhmer Wald fand ich eine große Anzahl von Pyroxengranulitvorkommnissen, die innig mit Gabbro und Norit, dagegen nicht mit Granulit wie in Sachsen, verbunden sind, während im südwestlichen Böhmen, in der Krumauer Granulitellipse, dem Plansker Wald, größtenteils die gleichen Verhältnisse wie in Sachsen bestehen[1]. Obwohl ich in dem zuletzt genannten Gebiet bis jetzt keine Aufschlüsse fand, die eine klare unzweideutige Auskunft über das geologische Auftreten des Gesteines geben, war ich doch genötigt, hier dem Pyroxengranulit ein gang- und schlierenförmiges Auftreten zuzuschreiben. Außerdem fiel bei manchen der dortigen Pyroxengranulite in der Mikrostruktur eine große Ähnlichkeit mit der des Beerbachits, eines Gabbroaplits, auf[2].

Nun hat E. KRAUS[3] 1915 wirkliche Gänge von Pyroxengranulit entdeckt und beschrieben, die im Gebiet zwischen Vilshofen und Ortenburg an der Donau im Granit aufsetzen. Diese Gangvorkommen unseres Gesteins ganz im Süden des Bayrisch-Böhmischen Grenzgebirges bestätigen also auf das schönste meine Deutungen der Verhältnisse weiter im Norden, und ich betrachte nunmehr die Fragen nach dem geologischen Auftreten des Pyroxengranulits und nach dessen Stellung im System der Eruptivgesteine, soweit Sachsen und das Bayrisch-Böhmische Grenzgebirge in Betracht kommen, für gelöst.

Der eigentliche (basische) Pyroxengranulit der genannten Gebiete ist darnach ein gang- und schlierenförmig auftretender Gabbro- oder Noritaplit, je nach-

[1] W. BERGT, Pyroxengranulit im Plansker Gebirge in Südböhmen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **60**. 1908. Monatsber. 347–353.

[2] Vergl. W. BERGT, Der Vulkan Quilotoa in Ecuador und seine schieferigen Laven. Veröff. Mus. Länderk. Leipzig. 1914. 51.

[3] E. KRAUS, Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen in Niederbayern an der Donau. Geogn. Jahresh. **28**. 1915. 102.

dem in ihm Diallag (oder ein anderer monokliner Pyroxen, z. B. Diopsid) oder Hypersthen unter den dunklen Silikaten vorwaltet. Meist scheint das zweite der Fall zu sein, wenigstens in Sachsen. Dann liegt also ein Noritaplit vor. Damit ist zugleich im System der Eruptivgesteine eine bestehende Lücke ausgefüllt. Denn wir kannten wohl einen Granit-, Syenit-, Diorit-, (Malchit, Luciit, Orbit) und Gabbroaplit (Beerbachit), aber noch keinen Noritaplit.

An anderer Stelle werde ich Dioritaplite (Malchite, Luciite, Orbite), sowie Gabbroaplite auch aus dem sächsischen Granulitgebirge und aus dem Gabbrogebiet des Bayrisch-Böhmischen Grenzgebirges vorführen.

Mit dem Namen Pyroxengranulit hat man bisher Gesteine belegt, die, auf der einen Seite reich an Quarz und Orthoklas, arm an Plagioklas und Pyroxen, dem saueren gemeinen Granulit nahestehen, auf der anderen Seite ohne Quarz und Orthoklas, reich an Plagioklas und Pyroxen sind und damit den Gabbro- und Noritgesteinen gleichkommen. Zwischen diesen Endgliedern gibt es alle Zwischenstufen.

Chemisch drückt sich das dadurch aus, daß der SiO_2-Gehalt des Pyroxengranulits nach den vorhandenen Analysen zwischen 71,25 und 45,52% schwankt. Bei den Eruptivgesteinen hat man eine solche, vom saueren zum basischen Pol reichende Reihe von Gesteinen in mehrere Gruppen gegliedert und jede mit besonderem Namen belegt, Granit, Syenit, Diorit, Diabas oder Gabbro. Weil aber der Pyroxengranulit mit anderen Leidensgenossen unter den „kristallinen Schiefern“ wie dem Gneis aus der Gesellschaft der Eruptivgesteine verbannt war, blieb er von diesem Verfahren verschont.

Der sächsische und bayrisch-böhmische Pyroxengranulit entspricht also nicht, wie Rosenbusch das angibt, der Eruptivreihe „Hypersthengranit—Mangerit—Anorthosit“, sondern der Reihe „Hypersthengranitaplit—Hypersthendioritaplit—Noritaplit“. Ich werde an anderer Stelle eingehende Unterlagen für diese Auffassung geben sowohl aus Sachsen wie aus dem Bayrisch-Böhmischen Grenzgebirge, und zeigen, wie das geologische Auftreten des Gesteins in Sachsen mit der Gang- und Schlierennatur in Einklang gebracht werden kann.

Die Stellung des Pyroxengranulits im System der Eruptivgesteine nach seiner chemischen Zusammensetzung zu prüfen, erfordert weit mehr Raum, als hier zur Verfügung steht. Augenblicklich nur folgendes:

Die vorhandenen Analysen des sächsischen Pyroxengranulits, von denen ein nicht unbeträchtlicher Teil unzuverlässig, ja offensichtlich falsch ist, genügen bei weitem nicht, dieses, so weit vom saueren zum basischen Pol reichende Gestein chemisch genügend

darzustellen. Die Gesteine der Reihe „Hypersthengranitaplit—Hypersthendioritaplit—Noritaplit“ sind verhältnismäßig noch sehr wenig, meist nur durch ein oder durch einzelne Vorkommnisse bekannt. Chemische Analysen scheinen von ihnen noch ganz zu fehlen. Ein Vergleich in dieser Richtung ist also noch nicht möglich. Durch die Zuweisung des Pyroxengranulits zu dieser Gruppe, deren genauere Kenntnis der Zukunft vorbehalten bleibt, wird diese Gruppe aplitischer Gesteine wesentlich erweitert und vervollständigt. Im Bayrisch-Böhmischen Grenzgebirge, besonders in dessen böhmischem Anteil, habe ich ausgezeichnete Vertreter in großer Zahl und petrographischer Mannigfaltigkeit angetroffen.

Granitgneis von Birkfeld.

Von **Josef Stiny** in Feldbach.

Mit 2 Textfiguren.

In einem kleinen Aufsatze[1] habe ich die Granitgneise des Mürztales kurz beschrieben und auf die Wechselbeziehungen dieser Gesteine zu ähnlichen Vorkommnissen der übrigen Ostalpen hingewiesen. Die Angaben Andrae's[2] und Vacek's[3] über Vorkommen von Augengneis bezw. Flasergneis in der Umgebung von Birkfeld veranlaßten mich zu einer näheren Untersuchung dieser Gneise: ihr Ergebnis soll in nachstehenden Zeilen mitgeteilt werden.

Untersucht wurden u. a.:

Handstück 2001. Edelsee bei Birkfeld. Probegrube an der Bezirksstraße N des Trummerhauses.
„ 2002. Ebenda.
„ 2003. Edelsee. Alter Steinbruch auf der Bergrippe zwischen Weißenbach und Feistritztal unweit der Wollwarenfabrik Queiser.
„ 2004. Ebenda.
„ 2005. Ebenda.

[1] J. Stiny, Zur Kenntnis des Mürztaler Granitgneises. V. R. A. Wien 1914. p. 305 ff. Das dort angeführte Schrifttum liegt zum Teil auch der vorliegenden Arbeit zugrunde und soll hier nicht nochmals ausgewiesen werden.

[2] J. Andrae, Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Gebiete der 9. Sektion der General-Quartiermeisterstabs-Karte in Steiermark und Illyrien während des Sommers 1853. Jb. R. A. 1854. p. 1 ff. Andrae erwähnt p. 4 einen „grobflaserigen Gneis“ von Edelsee unter Birkfeld.

[3] M. Vacek, Über die kristallinische Umrandung des Grazer Beckens. V. R. A. 1890 p. 9 ff. spricht von „porphyrisch ausgebildeten, körnigen Gneisen und Augengneisen, in denen der Glimmer- und Feldspatbestandteil eine wichtige Rolle spielen“.

Außerdem liegen zahlreiche Handstücke aus den Aufschlüssen längs der Bezirksstraße von Birkfeld nach Ratten bis in die Nähe der Einmündung des Grabl-Baches vor.

Mit freiem Auge erkennt man rauchgrauen, fettig glänzenden Quarz, weißlichen, bläulichen, gelblichen oder blaßfleischroten Feldspat, silberglänzenden Muscovit und Sericit, sowie ab und zu Biotit. Die Körnung ist bald eine ungemein grobe, bald eine sehr feine. Auch das Gefüge wechselt. Zwischen mehr richtungsloskörnigen Abarten (z. B. an der Mündung des Arbesbaches in die Feistritz, bei der Prallstelle nördlich des Wollwarenfabrikwehres in Edelsee usw.) liegen solche mit ausgesprochener Schieferung; letztere bilden die Hauptmasse. Porphyrisches Gewebe, bei dem Feldspatkristalle von mehreren Zentimeter Länge in einer grobkörnigen Grundmasse liegen, ist häufig (2003, 2005) und erzeugt eine flaserige Tracht des Gesteins (Augengneis). Wo starke Pressungen auf das Gestein gewirkt haben, verbindet sich die Feinkörnigkeit mit Dünnschieferigkeit; die Lagen erscheinen stark sericitisiert und stellenweise Sericitgneisen nicht unähnlich (2004).

Die weitgehende Schieferung der meisten Vorkommen hat ihre Festigkeit bedentend herabgedrückt. Selbst bei den verhältnismäßig fest erscheinenden Abarten 2003 und 2005 mißlang infolge der Lassigkeit die Herstellung von Probewürfeln für die mechanisch-technische Untersuchung, um so mehr aber bei 2004. Trotz alledem aber können die Augengneise bei sorgfältiger Auswahl, wie ältere Bauten lehren, dort Verwendung finden, wo sie Zug- und Scherkräften gar nicht und nur geringerem Drucke ausgesetzt sind, wie z. B. bei der Herstellung von Verblend-, entsprechend dimensionierten Stütz- und Futtermauern u. dgl. Die Schiefergneise unterliegen namentlich in den stärker sericitisierten Abarten einem ungemein raschen Zerfalle und einer raschen Zersetzung. Die Ursachen dieses Verhaltens, das ihre Verwendung bei Bauten ausschließt und zur Anlage breitfüßiger Böschungen bei Aushubsarbeiten rät, dürften mehrfacher Natur sein. Vor allem haben die gebirgsbildenden Kräfte eine weitgehende Zertrümmerung und Auswalzung der einzelnen Felsbestandteile herbeigeführt, die das Gefüge beträchtlich gelockert und die Angriffsstellen für chemische Umsetzungen vervielfacht hat. Die Ansammlung der Glimmerblättchen auf den Schieferungsflächen erleichtert das Übereinandergleiten und die völlige Loslösung einzelner Gesteinsstücke. Auf dem Quer- und Längsbruche unterbrechen oft lang aushaltende Glimmerzüge so sehr den inneren Zusammenhang des Felsens, daß man die Zwischenlagen leicht mit dem Fingernagel herausschälen kann. Bei Durchfeuchtung aber werden die Glimmerblättchen erweicht, die Feldspäte in eine tonig-schmierige Masse verwandelt und Brauneisen ausgeschieden.

Die Farbe der Augengneise ist grau, jene der stärker ge-

schieferten Abarten hellweißgrau mit einem gewissen Silberglanz auf dem Hauptbruche, der von den Glimmerhäutchen herrührt.

U. d. M. tritt der Quarz als überwiegender Gemengteil hervor. Er zeigt nie Eigenform und löscht wellig aus; einheitlich aussehende, größere Körner zerfallen unter gekreuzten Nicols nicht selten in ein Haufwerk kleiner Körner, was auf Zertrümmerungen hindeutet. In den stärker geschieferten Abarten beobachtet man oft eine starke Auswalzung und Streckung der Quarze. Einschlüsse sind spärlich: Apatitsäulchen, Sericitflinserchen, Zirkon und Glasscherben. Unter den Feldspäten steht in den grobkörnigen Gneisen Mikroklin an erster Stelle (2003, 2004, 2005). Formlos, seltener mit End- und Seitenflächen (2003), mit feiner Gitterung, bildet er nicht nur kleinere, sondern zuweilen auch größere Körner, welche oft wellig auslöschen und von Sprüngen durchzogen sind, auf denen die Zersetzung (Trübung) einsetzt. Quarz, Biotit, Orthoklas und Sericit sind häufige Gäste in der Mikroklinmasse. In den dünnschieferigeren Abarten (2001, 2002) herrscht Orthoklas vor dem Mikroklin vor. Stets ist er in Verwitterung begriffen (Sericitisierung usw.); in manchen Fällen (2005) umgibt ein hellerer Rand den stärker zersetzten Kern. Karlsbader Zwillinge sind häufig (2001, 2003, 2004, 2005). Eingeschlossen sind Sericitflinserchen, aber auch Quarz. Zuweilen treten auch Plagioklase, und zwar saure Mischungen (Oligoklas-Albit) auf (2002, 2004, 2003, 2005): ihre Menge ist aber so bescheiden, daß der verhältnismäßig hohe Natrongehalt (1,44 % bis 3,23 %) teilweise auf Rechnung des Glimmers gesetzt werden muß. Der dritte Hauptgemengteil des Gneises ist Muscovit-Sericit; in den Augengneisen überwiegt ersterer, letzterer in den Schiefer- und Sericitgneisen. Quergestellte und verbogene, sowie wellig auslöschende Muscovitblättchen zeugen von Druckbeanspruchung des Gesteins (2004). Die Schieferigkeit des Gesteines steht in engem Zusammenhange mit der Anordnung der Glimmerblättchen zu kürzeren, aussetzenden, bezw. längeren, auf weitere Erstreckung durchziehenden Zügen. In den flaserigen Abarten umhüllen die Blättchen lidartig größere Einsprenglinge. Biotit wurde nur im Handstück 2003 in nennenswerter Menge festgestellt. Er bewirtet Erzkörner und muß, da sich aus ihm Epidot und Zoisit bilden, geringe Mengen von Kalk enthalten.

Untergeordnete Bedeutung kommt den folgenden Gemengteilen zu. Granat (mit sechsseitigen Umrissen, meist infolge Epidot- und Zoisitbildung getrübt und von Sprüngen durchzogen) in 2002, 2003, 2005; er erklärt die Kalkziffer der Analysen (0,94 % bis 0,61 % in 2003 bezw. 2005 gegen 0,41 % in dem anscheinend granatfreien oder granatarmen Handstück 2004). Zoisit in formlosen Körnern oder endenlosen Stengeln, stets, aber nur in geringer Menge vertreten. Zirkonsäulchen fehlen wohl nie, auch Körn-

chen trifft man an. Rutil scheinen nur die Schiefergneise (2001, 2002) zu enthalten. Epidot geht aus Biotit (2003), Granat (2004) und Feldspat (2001, 2005) hervor und gesellt sich, gleich dem Granat, gerne den Glimmerzügen zu, an deren Nähe er als Neubildung wegen der hier besonders begünstigten Umwandlungsvorgänge förmlich gebunden ist. Erze (Magnetit, etwas Titanit und Ilmenit) erscheinen in geringer Menge als feiner über das Schliffbild zerstreuter Staub (2003, 2004), als Einschlüsse im Biotit (2003) oder als Körnchen in Glimmernähe (2001, 2002). Hornblende wurde als Seltenheit im Handstücke 2003 beobachtet; sie macht den größeren Analysenwert für Kalk im Handstücke (0,94 %) erklärlich. Umbildung in Epidot hat begonnen.

Der Mineralinhalt in den geschilderten Gesteinen gibt mithin ein Gesamtbild, das jenem der Mürztaler Granitgneise völlig gleicht. Mit dem „Gföhler Gneis" des Waldviertels[1] verbindet ihn der Quarzüberschuß, die Kalivormacht, die Seltenheit des Granates, das Zurücktreten des Plagioklases, der als Oligoklas-Albit ausgebildet ist und verschiedenes anderes Gemeinsames, das zur Besprechung der Ergebnisse der ausgeführten chemischen Analysen hinüberleitet.

Einer Analyse wurden die Proben der Gesteine 2003, 2004 und 2005 unterworfen. Bei letzterem wurde eine Kontrollbestimmung von Fe_2O_3 und Al_2O_3 ausgeführt; die geringe Beeinflussung der Stellung der Punkte im Osann'schen Dreiecke (Fig. 1) durch die abweichenden Ergebnisse beweist, daß die Osann'sche Darstellung von Analysenwerten von unvermeidlichen Analysenfehlern unabhängig ist.

Die Analysenergebnisse stimmen im allgemeinen recht gut miteinander überein. Die Stellung von Gestein 2005 ist allerdings infolge des geringen Natrongehaltes (1,44 % gegen 3,23 bezw. 3,22 in 2003 und 2004) eine etwas abweichende. Betrachtet man die chemische Zusammensetzung des Augengneises gegenüber jener der stärker geschieferten Abart (2004), so zeigt sich meine Beobachtung bei den Mürztaler Granitgneisen auch hier bestätigt, daß mit zunehmender Verschieferung der Gehalt an Kieselsäure zu-, jener an Tonerde und Kalk dagegen abnimmt. Dieses örtliche Verhalten steht im Gegensatze zu den gleichfalls räumlich eingeschränkten Wahrnehmungen Mügge's[2], daß die schieferige Entwicklung eine erhebliche Abnahme der Kieselsäure bei Zuwachs an Kali, Wasser und namentlich Tonerde im Gefolge habe.

Zieht man Vergleiche mit den Ergebnissen der Zerlegung anderer Gesteine, so ergibt sich vor allem die enge Verwandtschaft

[1] Fr. Becke, A. Himmelbauer, F. Reinhold und R. Görgey, Das niederösterreichische Waldviertel. Wien 1913 p. 6 ff.

[2] O. Mügge, Untersuchungen über die „Lenneporphyre" in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. VIII. 1893. p. 606 ff.

	Edelsee; alter Steinbruch beim Queiser. Handstück 2003 (Augengneis)	Edelsee; alter Steinbruch beim Queiser, Handst. 2005 Augengneis Analyse 1	Analyse 2 (Kontrollbestimmung von Fe_2O_3 und Al_2O_3)	Edelsee: alter Steinbruch beim Queiser. Handstück 2004 (Schiefergneis)
		Analysenwerte		
SiO_2	71,70	72,10	72,10	74,46
Fe_2O_3	1.17	0,60	0,71	0.68
FeO	0,19	0,84	0,84	0.60
Al_2O_3	15,61	16.30	15.96	14,67
CaO	0,94	0.61	0.61	0 41
MgO	0,19	0,28	0,28	0.26
TiO_2	Spur	Spur	Spur	Spur
MnO	-	0,04	0.04	0,02
K_2O	5.91	6,12	6.12	5.24
Na_2O	3,23	1.44	1.44	3,22
H_2O bis 110°	—	0.08	0.08	0,14
H_2 über 110°	0,90	1,22	1.22	0.30
CO_2	—	0,27	0.27	0.08
	99,84	99,90	99,67	100.08
		Osann'sche Werte		
a	13,10	9.50	9,60	12,84
c	1,91	1,17	1.17	0.87
f	4,99	9,33	9.23	6,29
s	79,50	80,80	80.89	81.46
n	4,54	2,63	2.46	4.83
k	1,55	1,88	1,88	1.74

Erklärung zu Fig. 1.

I Edelsee, Handstück 2005.
II " " 2003.
III " " 2004.

1. Granitgneis vom Krainerbauer (Aspang N).
2. " aus dem Massinggraben bei Krieglach: Liegendes des Semmering-Mesozoicums; Handstück No. 261.
3. Granitgneis aus dem Mürzgraben bei Mürzhofen, Steinbruch am Taleingange; Handstück No. 275.
4. Granitgneis vom Simmerl in der Öd (Allerheiligen i. M., SO.) Handstück IX.
5. Diaphtoritischer Granitgneis von der Kuppe W vom Kellerjoch bei Schwaz.
6. Grobflaseriger Granitgneis, Oberrasen. Hauptgestein des Antholzer Granitgneiskernes mit handtellergroßen, durchscheinenden Mikroklinen
7. Augengneis. Fuß der Hochedergruppe bei Silz im Inntale.

8. Biotit-Granitgneis. Aufhofen bei Bruneck. Hauptgesteinstypus am Südrand der Antholzer Granitgneismasse.
9. Flaseriger Granitgneis (Augengneis). Hinter Winterstall, Ventertal.
10. Gföhlergneis (Kata-Biotitorthoklasgneis) von Senftenberg, N.-Ö.
11. „Rofnagneis“ (Epimuscovitorthoklasgneis) von Mulin bei Andeer, Graubünden.
12. „Schapbachgneis“ (glimmerarmer Kata-Orthoklasgneis) von Wildschapbach, Schwarzwald.
13. Glimmerarmer Kata-Orthoklasgneis, prismatinführend, Waldheim in Sachsen.

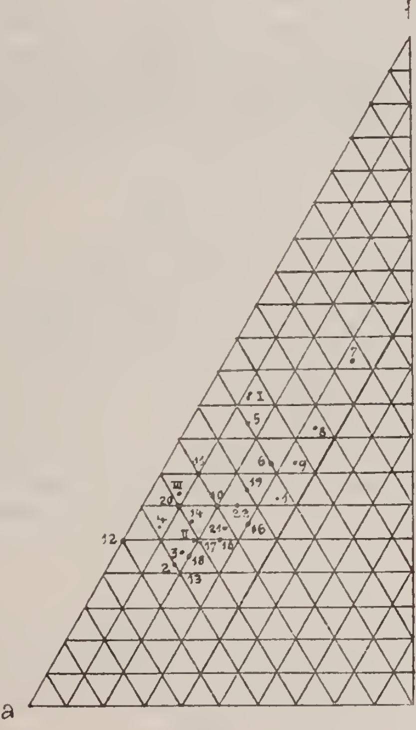


Fig. 1.

14. Muscovitgranitgneis aus der Maurachschlucht bei Umhausen, Ötztal.
15. Flaseriger Muscovitgranitgneis vom Söldnerkogel, Ötztal.
16. Granit vom Brandkogel (Stubalpe).
17. Augengneis vom hohen Angelus.
18. „ oberhalb Schlanders.
19. „ „ Dörfl.
20. „ von der Plavener Alpe.
21. Porphyroidgneis von Talatsch.
22. Porphyrgranit des Piz Sesvenna.
23. Muscovitgranit vom Avignatal; zusammenfallend mit No. 21.

I—III neue Analysen, 1 nach Mohr. 6—9, 14—15 nach Becke. 10—13 nach U. Grubenmann (Die kristallinen Schiefer. Berlin 1910), 16 nach H. Leitmeier, 17—23 nach Hammer und John.

der Birkfelder Gesteine mit jenen des Mürztales, denen sie ja auch äußerlich so gleichen, daß vieles in meiner bezüglichen Arbeit über Aussehen, Gefüge usw. der Mürztaler Vorkommen ohne weiteres auf die Handstücke aus dem Feistritztale übertragen werden kann. Ein Blick auf das vorstehende OSANN'sche Dreieck (Fig. 1) lehrt weiter, daß auch Wechselbeziehungen zum Granitgneis des Wechsels (RICHARZ, MOHR a. a. O.), zum grobkörnigen Granit vom Brandkogel (Stubalpe) und zu vielen jener Alpen-Gesteine bestehen, welche BECKE (a. a. O.) unter dem Sammelnamen „alte Intrusivgneise" zusammengefaßt hat; es wäre da hinzuweisen auf den Muscovitgranitgneis der Maurachschlucht, den flaserigen Muscovitgranitgneis vom Söldnerkogel, den Augengneis der Hochedergruppe, den Granitgneis des Kellerjoches, den Augengneis von Winterstall, den Biotitgranitgneis von Anthofen und auf den grobflaserigen

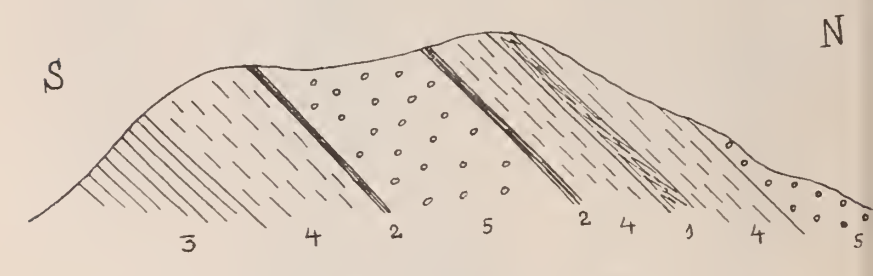


Fig. 2. Edelsee; alter Steinbruch bei der Wollwarenfabrik.

1 = Zone gequälter Fältelung, Zerrüttung und starker Sericitisierung; 2 = stark sericitischer Gneis; 3 = kleinaugiger, dünnschiefriger Gneis; 4 = mittelgrober Gneis; 5 = Augengneis, grobkörnig.

Granitgneis von Oberrasen. Eine verblüffende Übereinstimmung zeigen die Analysenwerte gewisser Augengneise und ähnlicher Gesteine aus dem Vintschgaue, die HAMMER und JOHN bearbeitet haben; auch die Beschreibungen der Dünnschliffe zeigen viel Gemeinsames mit den Mürztaler und Birkfelder Granitgneisen auf. In den Westalpen scheint der „Rofnagneis" eine ähnliche chemische Zusammensetzung zu besitzen.

Ich halte es für mehr als einen Zufall, daß der sogen. „Gföhlergneis" nicht nur nach den Beschreibungen, die BECKE (a. a. O.) von ihm gegeben hat, sondern auch nach seiner chemischen Zusammensetzung mit dem Mürztaler und Birkfelder Granitgneis nahe verwandt ist.

Über das Auftreten des Augengneises und seiner Abarten gibt der alte Steinbruch auf dem Riegel zwischen Weißenbach- und Feistritztal unweit der Wollwarenfabrik Queiser Aufschluß (vgl. Fig. 2). Hier wechseln dünnschieferige, kleinaugige Gneise mit mittelkörnigen und grobkörnigen Augengneisen. An Bewegungs-

flächen (2 der Zeichnung) zeigt sich besonders starke Sericitisierung und Verschieferung, so daß förmliche Sericitquarzitphyllite entstehen. Im nördlichen Teile des Steinbruches bemerkt man eine Zone besonders starker Zerrüttung und Sericitisierung; die feinblätterigen, sericitphyllitähnlichen Gesteinslagen sind gequält und gewunden gefältelt, und in der zertrümmerten Masse schwimmen einzelne Quarzaugen und Quarzlinsen, welche den umbildenden und umgestaltenden Vorgängen besser Widerstand zu leisten vermochten.

Die Granitgneise werden im Norden und Nordwesten Birkfelds stellenweise von Grobschuttbildungen überlagert, welche z. B. in der Steuergemeinde Pirchegg örtlich Braunkohlen führen. Diese bisher im Schrifttume nicht genannten Ablagerungen sind vermutlich tertiären Alters und schlagen die Brücke zwischen den Tertiärbildungen bei Anger und Oberfeistritz und jenen bei St. Kathrein am Hauenstein, welche gleichfalls Kohle führen und schon lange bekannt sind.

Im Norden grenzen an die Granitgneise schuppige, z. T. granatführende Zweiglimmergneise, welche vermutlich sedimentären Ursprunges sind, und an Amphibolite: diese Gesteinsreihe erinnert sehr an die Gesteine des Hochalm-Rennfeldzuges bei Bruck a. d. Mur und des ähnlich gebauten Gebirgszuges, der vom Floning über die Zeberer Höhe gegen das Troiseck streicht. Aufgeschlossen sind diese Paragneise mit den in ihnen steckenden Amphiboliten z. B. in dem Graben, der vom W. H. Gallbrunn an der Fischbacher Straße zum Punkte 596 im Feistritztale herabzieht, im sogen. Silberlochstollen u. a. a. O. m.

Feldbach, im Mai 1917.

Zur Wünschelrutenfrage. — Beobachtungen und Versuche [1].

Von **Hans Cloos.**

Der Geologe gerät neuerdings häufiger als ihm lieb ist, in die Lage, den Hammer mit der Rute kreuzen zu müssen. Während des Krieges bekam ich mehrfach Gelegenheit, diesen Streit auf eine Weise zu führen, die den Wert des exakten naturwissenschaftlichen Versuches besitzen dürfte. Dies geschah teils im Felde, in den Jahren 1915 und 1916, teils während einer Arbeit, die mir durch einen Auftrag des Preußischen Kriegsministeriums in der Heimat übertragen wurde. Rutengänger mit und ohne den selbstgewählten Titel des „Wünschelrutenforschers“ drängten mir ihre

[1] Niedergeschrieben und zum Druck gegeben wurden diese Feststellungen auf den besonderen Wunsch von Herrn Frech, der sie in einem größeren Zusammenhang zu verwenden wünschte.

Mitarbeit in einer Weise auf, daß ich halb unfreiwillig dazu kam, zu prüfen und ein Urteil zu gewinnen über Dinge, mit denen sich ernsthaft zu beschäftigen, manchem als ein unwissenschaftlicher Leichtsinn erscheinen mag. Wenn ich meine Erfahrungen in dieser Zeitschrift mitteile, so geschieht es nicht, weil ich dem Leser etwas Neues zu sagen hoffe; sie sind vollkommen negativer Art. Aber angesichts des Ernstes, mit welchem die Wünschelrutenfrage neuerdings auch von sachlichen und geschulten Köpfen angefaßt wird, erschien es nicht unerwünscht, Beiträge, die mehr sind als bloße Ansichten oder vorgefaßte Meinungen, der allgemeinen Kenntnis und Diskussion zur Verfügung zu stellen.

Eins sei noch vorausbemerkt und besonders für den nicht geologischen Leser gesagt: Ich bin an die Versuche sine ira et studio herangetreten, wie an eine neue Naturerscheinung, der man nicht zwischenreden soll, wenn sie sich äußert. So mögen auch die nachstehenden Mitteilungen für sich selber sprechen; einen „Standpunkt“ zu vertreten oder auch nur zu überzeugen, ist meine Absicht nicht[1].

Der Faden, der die losen Beiträge innerlich verbindet, ergibt sich aus ihrem Inhalt. Wo ich, was nicht ganz ausbleiben konnte, ins Psychologische geriet, habe ich mich referierend gehalten. Dagegen erschienen mir einige kleine Ausflüge in die geologische Wissenschaft nicht als Nachteil.

Der Kriegszustand erfordert, manche Ortsnamen und sonstige Erkennungszeichen in abgekürzter Form zu bringen, die jedoch im Frieden jederzeit in die wissenschaftliche Vollständigkeit umgewandelt werden kann.

Die Rutengänger, mit denen die Versuche angestellt wurden, sind — darauf ist natürlich Wert zu legen — Leute von langer Erfahrung und hohem und weitem Ansehen in ihrem Berufe. Die Versuche erstreckten sich auf Wasser, Erze und Kohle.

1.

Die flache Nordabdachung eines ostweststreichenden Serpentinrückens, das Anstehende von Lehm, Sand und Kies bedeckt. Geologische Prognose, die ich vorausschickte: Unter wahrscheinlich mächtigem Diluvium und Tertiär Serpentin, dessen Verwitterungsgrad und Nickelerzführung festzustellen.

[1] Mit einigen Worten sei auch hier der geläufige Vorwurf zurückgewiesen, der hinter der Ablehnung der Wünschelrute von geologischer Seite einseitige Beschränkung oder gar „Brotneid“ erblicken will. Die Wissenschaft ist von Natur, wenn sie forscht und erklärt, konservativ: sie hat die Pflicht, neuen Erscheinungen gegenüber, so lange wie es irgend möglich ist, mit bekannten Mitteln auszukommen und erst dort, wo diese versagen, sich neuen, unsicheren Pfaden anzuvertrauen.

Herr O., der unter meiner Führung das Gebiet längs eines von N nach S sanft ansteigenden Feldweges querte, gab an drei Stellen alle Anzeichen einer kräftigen Nickelführung: 01, „so stark, wie die stärkste von G.“ (vgl. unten) 229 m weiter südlich 02, „die stärkste von allen“, und weiterhin 03, „etwas schwächer, aber auch noch stark“. Die Wirkung war jeweils „bis auf 8 bezw. 10 m nach allen Seiten zu verspüren“.

Ich habe darauf die Punkte 01 und 02 und außerdem eine ausschlagfreie Kontrollstelle B9, 137 m südlich von 02 bohren lassen. Das Ergebnis folge:

02 und B9 ergaben die gleiche Schichtenfolge, fast Meter für Meter genau, und zwar:

1. Sandige und lehmige Deckschichten (Diluvium) 2,00 bezw. 1,80 m.
2. Tonige Deckschichten, bunte, z. T. geflammte, sehr fette Tone (Tertiär) 8.20 bezw. 8.50 m.
3. Steinig-lehmiges Gebirge, von schwarzer bis rotbrauner, z. T. lauchgrüner Farbe, mit Serpentinstückchen und kleinen Brauneisenkonkretionen. Die Schicht fasse ich als einen Gehängelehm tertiären Alters auf, der von den benachbarten Serpentinrücken stammt: 13.70 bezw. 10,30 m. Diese Schicht hatte an beiden Stellen den normalen oder kaum merklich erhöhten Nickelgehalt des Serpentins: 0.31; 0.24; 0.24 % bezw. 0.36; 0,15 % Ni.
4. Serpentin, nur wenig verwittert, hart, lichtgrün: in 24,70 bezw. 20,60 m Tiefe.

Umgekehrt war 01 von den beiden vorigen wesentlich verschieden:

1. Unter sandig-lehmigem Diluvium von 7.40 m, wie oben, folgt:
2. Fetter, grüner und schwarzgrüner Ton mit einem Nickelgehalt von 0.24—0,31 %; 14.60 m. Dann
3. Braunkohle 1,00 m.
4. Grüngrauer, fetter, etwas sandiger Ton mit 0,21—0,18 % Ni. 7,85 m.
5. Kies mit viel Wasser, das bis auf 8 m stieg: 0,55 m.
6. Grüner, sandiger Ton, 0,15 m.
7. Quarzsand, grau, mittel- und großkörnig, 5.15 m und endlich
8. Serpentin, grünblau, fast unverwittert, durchbohrt 0,40 m; Gesamttiefe 36,00 m.

Der geologische Befund deckt sich also in keinem einzigen Punkte mit dem, was die Rute erwarten ließ. Einerseits hatte der Rutengänger die gleichartigen Profile 02 und B9 unterschieden, indem er bei 02 einen Erzkörper angab, der nicht da war, anderseits aber die ganz verschiedenen Profile 02 und 01 einander gleichgesetzt und in 01 sowohl die Braunkohle, die er zu fühlen vorgibt, als auch einen reichen Grundwasservorrat nicht erkannt! Deuten die Bohrlisten auf kontinuierliche Verhältnisse, einen all-

mählichen Abbau aller Horizonte von N nach S, Auskeilen der Kohle, der tieferen Sande und Kiese und des Wassergefäßes, so ließ die Rute einen mehrfachen, ruckartigen Wechsel, das Auftreten geologischer Fremdkörper innerhalb einer homogenen Gesamtmasse erwarten.

Auf den geologischen Inhalt dieser Bohrungen komme ich weiter unten noch zurück.

2.

Ganz ähnliche Ergebnisse lieferte ein zweiter, einige Kilometer östlich angesetzter Schürfzug. Herr O. beging mit mir wiederum einen von N nach S ansteigenden, die allgemeine Streichrichtung senkrecht schneidenden Pfad und gab, nachdem ich ihm die Bodenverhältnisse als im allgemeinen aussichtsvoll bezeichnet hatte, günstige Erzzeichen an den Punkten 253,55, 272,45 und 437,95 m von der Ausgangsstelle. Die Wirkung war teils „stark", teils „sehr stark" oder „kräftig" und beschrieb um jeden Punkt einen Umkreis von 8—10 m mit abnehmender Stärke. Zu sehen war an der Oberfläche nichts als die bekannten windgeschliffenen Geschiebe, die aus einer Decke von Löß- und Geschiebelehm ausgewaschen waren.

Ich habe dann an der dritten „stärksten" von den angegebenen Stellen — bei 437,95 m — einen Schacht abteufen lassen, außerdem aber schon vorher begonnene Schächte bei 200, 400 und 600 m fortgesetzt; Bohrungen bei 100, 300 und 500 m waren zur Zeit der Begehung bereits zu Ende geführt. Die Befunde waren hintereinander die folgenden (die O.'sche Stelle unterstrichen):

Lößlehm und Geschiebelehm: 3,90; 4,00; 5,00; 3,50; 3,85; 4,80; 4,80 m. Darunter sogen. Rotes Gebirge, d. h. zu einer mürben, sandiglehmigen, rotbraunen Masse verwitterter Serpentin mit Gängen und Lagen von „Hornstein" (Siliciophit), Talk, Chlorit und sekundärem Serpentin, Zellenquarz und Asbest von ostwestlicher Streichrichtung bei mittlerem bis steilen Fallen nach Norden oder Süden. Die Bohrungen blieben schon in geringer Tiefe in den harten Hornsteinbänken stecken, die Schächte dagegen wurden bis auf unverwitterten Serpentin hinabgetrieben. So erklären sich die ungleichen Tiefenzahlen: 6,00; 13,80; 6,50; 12,00; 12,50; 5,10; 10,00. Der Nickelgehalt war durchweg der für das „Rote Gebirge" bezeichnende, ein- bis eineinhalbfache des frischen Serpentins: 0,34; 0,34—0,43; 0,35; 0,42; 0,43; 0,31—0,34.

Höheren Gehalt zeigte nur Schacht 1 (No. 2 der Reihe), wo zwischen 8 und 12 m Tiefe Gänge eines mit Nickeloxyd getränkten Talkes das Rote Gebirge durchsetzen.

Die für Erzführung allein in Betracht kommende obere Bodenschicht zerfällt also sehr regelmäßig in eine nickelfreie Oberlage von 3,50—5,00, eine 5—8 m dicke Mittellage mit nicht ganz

einem halben Prozent und eine feste Unterlage mit $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ % Ni. Die Voraussage bestimmter, fest umschriebener Erzkörper hat sich nicht bestätigt, umgekehrt blieb eine gangförmige Anreicherung im Anfangsstück der Reihe unerkannt. Das Bild des Bodens, das die Wünschelrute entwarf, erscheint wiederum als ein völlig willkürliches und steht mit dem wirklichen Aufbau in keiner noch so entfernten Beziehung.

Diesen Profilen in Verbindung mit den vorigen sind wertvolle Angaben über das Alter der Verwitterung zu entnehmen. Ich füge zur Ergänzung noch eine Bohrung bei, die zwischen diesen beiden Profilreihen angesetzt war:

1. Lößlehm 5,20.
2. Fetter, bunter Ton des Tertiärs 8,90.
3. Rotes Gebirge mit 0.24—0,37 % Ni 10,60.
4. Schokoladebraunes Gebirge mit 0,88 % Ni 1,70.
5. Brauner Hornstein mit Quarzadern. durchbohrt 0.60 m.

Wie in den Profilen unter 2 das Diluvium, so transgrediert hier also Tertiär über das „Rote Gebirge", über Siliciophit und über eine sekundäre Anreicherung mit Nickelerz, d. h. also über einige der Merkmale, die für die Frankensteiner, wie für die neukaledonischen Nickellagerstätten bezeichnend sind. Ja, darüber hinaus zeigen die Bohrungen 01, 02 und B 9 braunrote, dem roten Gebirge sehr ähnliche Verwitterungsböden in Wechsellagerung mit Schichten, deren tertiäres Alter durch ein Braunkohlenflöz mehr als sichergestellt wird.

Es wird sich wohl kaum jemand bereit finden, die bisher geschilderten Fälle als „Erfolge" der Wünschelrute anzuerkennen. Nun setze man aber einmal den Fall, die Parallelbohrungen wären, wie in der Praxis zumeist, unterblieben, so hätte der Rutengänger einen ob zwar geringen, so doch die Leistungsfähigkeit seines Instruments beweisenden Fund gebucht und als „Erfolg" weitergetragen.

Wie in diesem Sinne selbst tatsächliche praktische Erfolge täuschen können, zeigt der folgende Fall:

3.

Bei Langenbielau (einem der Hauptmannschen Weberdörfer in Mittelschlesien) war eine Wassersuche von vollem Erfolge gekrönt gewesen. Die Voraussage des Rutengängers „in 80—100 m Tiefe reichlich Wasser" hatte sich bei etwa 90 m durch Bohrung bestätigt. Nachforschung bei dem ausführenden Bohrunternehmer ergab folgendes:

Der Rutengänger hatte „zwei Wasseradern" gefunden, eine, auf welcher die Versorgung eines Nachbargrundstückes beruhte, und eine von dieser unabhängige. Um den Nachbarn nicht zu

beeinträchtigen, riet er Bohrung auf letztere. Die Tiefe, anfangs gering angenommen, setzte er erst auf den Rat des ortskundigen Bohrunternehmers höher an. Die Bohrung ergab dann das Wasser in der gleichen Tiefe wie dort, und beim Pumpen ging die Schüttung des Nachbarbrunnens zurück.

Facit: Nicht zwei getrennte „Adern“ sondern, wie es die geologischen Verhältnisse erwarten ließen, ein zusammenhängender Kluftwasserspiegel, der durch die örtliche Wasserentnahme im ganzen gesenkt wurde. Hätte man zwischen den beiden Brunnen oder an beliebigen vierten oder fünften Stellen gebohrt, so wäre ebenfalls Wasser gekommen!

4.

Folgt ein, auch nach außen durch nichts zu verschleiernder Mißerfolg:

Herr Z. teilte mir brieflich mit, daß er „beim Abschreiten der Wege zwischen den Dörfern Nieder-G. und G. sechs Ablagerungen [von Nickelerz. D. Verf.] beobachtet habe, davon drei in Breite von 10—14 m, die anderen zeigten sich 33—43 m breit.“ Die Erstreckung sollte „voraussichtlich NNO“ sein. Die Stellen verteilten sich über eine Strecke von fast 2 km in der Verlängerung eines bereits als nickelführend bekannten Serpentinrückens, fielen aber schon in ein ganz flaches, mit Diluvium bedecktes Vorland. Bei einer gemeinsamen Begehung machte Herr Z. an den Stellen, die er mit Hilfe von Notizbuch und numerierten Telegraphenstangen wiederfand, ganz bestimmte Angaben über die seitliche und auch über die obere Begrenzung der Erzkörper. Ich stellte diesen Angaben die Erwartung gegenüber, daß wir unter einer Sand-, Kies- und Lehmdecke von 20—30 m Dicke völlig erzreinen Gneis oder Granit erbohren würden.

Die Tatsachen gaben mir recht:

In zwei Bohrungen fand sich unter einer mehr als 28 bezw. 12,60 m mächtigen, überaus wasserreichen Decke von Diluvium und Tertiär nicht mehr der Serpentin, sondern ein mittelkörniger, granitähnlicher Augengneis, der zwischen zwei benachbarten Aufschlüssen von Granit, Pegmatit und Gneis die unterirdische Verbindung herstellte. Von Erz oder auch nur der Möglichkeit eines Erzes also keine Spur. Ja, mehr als das! Herr Z hatte im Verfolg dieser Begehung die scharfe NS streichende Grenze von Serpentin und Gneis, fast den schärfsten petrographischen Gegensatz, den es gibt, überschritten, ohne irgend etwas zu spüren. Dazu bedenke man, daß der Serpentin mit 0,20—0,30 % Ni unter einem Quadratmeter Bodenfläche innerhalb der obersten 100 m Tiefe über 500 kg metallische Nickel enthält! Was sollte denn wirken, möchte man meinen, wenn nicht ein solcher Sprung in der

Zusammensetzung des Bodens! Aber freilich haben Kontakte, Schichtgrenzen und Verwerfungen keine unmittelbare wirtschaftliche Bedeutung!

5.

Ich lasse noch ein Beispiel folgen, das die bisherigen Erfahrungen mehr bestätigt als erweitert.

Drei nah benachbarte Stellen in der Gemarkung Pf. bezeichnete Herr O. als „stark“, „weniger aber auch noch kräftig“ und „kräftig“. Die allgemeine Diagnose „Serpentin mit Neigung zu roter Verwitterung“ hatte ich vorausgeschickt. Der Serpentin, in nahen Steinbrüchen aufgeschlossen, war an den genannten Stellen mit etwas Lößlehm und Gehängeschutt bedeckt.

Anschließende Erschürfung dieser, sowie fünf benachbarter Punkte in einem Gesamtfelde von 1000 . 600 m ergab einen Rücken festen, unverwitterten Serpentins, der von Norden nach Süden abfällt und sich in dieser Richtung mit einer gleichmäßig anschwellenden Lehm-, Sand- und Kiesdecke, sowie darunter mit einem nicht ganz regelmäßigen Mantel roten und gelben Verwitterungsbodens überzieht. Die kleinste und größte Mächtigkeit der Deckschichten und des roten Gebirges betrug 0,30 und 9,80 bezw. 0,00 und 7,50 m. Der Nickelgehalt zeigte folgende Normalwerte (die mit Rute gefundenen Stellen unterstrichen): 0,09; 0,27; 0,31; 0,31; 0,34; 0,34; 0,35 % im zersetzten, 0,18; 0,24; 0,25 % im unzersetzten Gebirge. An zwei Stellen wurde der Cr-Gehalt frischen Serpentins zu 0,25 und 0,31 bestimmt.

Man kann das Ergebnis dieser Prüfung wie folgt zusammenfassen: Beide Bilder, das geologische wie das Rutenbild, sind ungleichmäßig und wechselnd, aber Inhalt und Formen dieses Wechsels decken sich an keiner Stelle. Daß außerdem jeder praktische Erfolg fehlt, bedarf kaum noch der Erwähnung.

So viel zum Kapitel „Erfolg“. Ich möchte nun an einer zweiten Gruppe von Beispielen zu zeigen versuchen, wie sich die immerhin verbreitete Anerkennung der Wünschelrute, wie sich eine Reihe äußerer Erfolge und wie sich das nicht zu bezweifelnde ehrliche Vertrauen zahlreicher Rutengänger zu ihren Leistungen auf dieser Grundlage, d. h. ohne positive Leistungen, verstehen und erklären läßt.

6.

Suggestion oder was sonst?

Besuch des neu aufgeschlossenen Chromeisensteinvorkommens bei Tampadel am Zobten. Herr Z., der den Wunsch äußerte, die „Reaktion des Chromerzes kennen zu lernen“, nahm teil an einer

amtlichen Grubenbesichtigung durch die Revierbeamten des Bergreviers Waldenburg West und Ost[1]. Auf dem Rücken des „Schwarzen Berges" waren einige, mehrere Kubikmeter große Schlieren Chromit in 5—7 m Tiefe, ein zweites gangförmiges Vorkommen in 18 m Tiefe durch einen Schacht und mehrere Versuchsstrecken aufgeschlossen. Das Erz strich nordsüdlich und wurde umgeben oder begleitet von frischem Serpentin, einem rotgelb zersetzten, holzartig mürben Gestein und von dem unter dem Namen Weißstein bekannten dichten Aplit. Das Erz unterscheidet sich von dem Nebengestein schroff durch den Chromitgehalt (25—40 bezw. 0,20 %) und durch das spezifische Gewicht. 200 m nördlich und 60 m tiefer als der Schacht war vom Fuße des Berges her ein Versuchsstollen vorgetrieben, der ausschließlich frischen Serpentin durchfahren hatte und bei 75 m stand. Herrn Z. waren alle diese Verhältnisse aus mündlicher Mitteilung vorher bekannt.

Beim Befahren des Versuchsstollens hatte Herr Z. Gelegenheit, Erkundigungen anzuhören, die der Bergrevierbeamte von mir und dem die Arbeiten leitenden Schachtmeister einzog. Die Rute nahm Herr Z. erst beim Ausfahren zur Hand und gab dann an, keinerlei Wirkung verspürt zu haben!

Während wir darauf den zum Schacht hinaufführenden Hang erstiegen, mußte ich sorgfältig darauf bedacht sein, die Wirkung, welche der Anblick der bergmännischen Arbeiten auf den Rutengänger haben mußte, auszuschalten oder durch irreführende Gegenwirkungen zu bekämpfen. Ich ermunterte alsbald Herrn Z., nun die Rute ernsthafter zur Hand zu nehmen, da wir uns der Lagerstätte näherten. Sofort meldete sich eine erste Reaktion, welcher beim weiteren Anstieg noch vier bis fünf folgten. Eine letzte starke stellte sich im Angesicht der Abraumhalde, etwa 15 m nördlich des Förderschachtes ein.

Ich suchte nun durch Bemerkungen, die ich wie nebenbei, aber in Hörweite des Rutengängers an die Bergbeamten richtete, die Täuschung zu erzielen, als ob es sich hier nur um eine hoffnungslose, demnächst aufzulassende Versuchsstelle handle und der eigentliche Schacht erst in einiger Entfernung folge. Als ich daraufhin Herrn Z. an den Schacht und in mehreren Richtungen um den Schacht herumführte, blieb jegliche Wirkung aus. Dagegen zeigte sich kurz darauf eine „sehr starke Reaktion" an einer entlegenen Grube im Walde, die ich als dem eigentlichen Erzvorkommen naheliegend vorgab. Nach diesem Mißerfolge gab ich nun Herrn Z. eine Schilderung des geologischen Sachverhaltes. Wir kehrten zum Hauptschacht zurück und nach sichtlich anstrengenden Bemühungen, die mehrere Minuten in Anspruch nahmen, stellte

[1] Herrn Bergrat Werne danke ich vielmals für die freundliche Erlaubnis, seinen Namen in diesem Zusammenhange zu nennen.

sich endlich in der Nähe des Erzes die Wirkung ein, aber — „sehr interessant, eine gänzlich neue Art der Reaktion!"

7.

Hammer oder Rute? An der Lothringer Front war eine Artilleriebefehlsstelle mit Wasser zu versorgen. Der Punkt lag in einer der Trockenschluchten, die in die Weißjuratafel der Côtes lorraines eingeschnitten, mit dem Fallen der Tafel nach Westen hinabführen. Bis auf die wassertragenden Woevretone oder auch nur den diese krönenden Eisenoolith (Minerai de Neuvisy) war das Tal erst viel weiter unterhalb eingeschnitten. Doch konnte ich aus Erfahrungen in etwas tieferen Paralleltälern unschwer die Krümmung und Tiefenlage der Grund- oder Kluftwasserkalotte berechnen. Über Ort und Art der Quellbildung aus dieser heraus hatte ich mir aus einer größeren Zahl von Beobachtungen folgendes Bild gemacht: Das Wasser — ich schweife hier etwas weiter ins Theoretische — tritt nicht immer normal auf dem Quellhorizont — in diesem Falle auf der Kalktongrenze — aus, sondern unter Umständen höher. Und zwar geschieht das dann, wenn der Neigungswinkel der Erdoberfläche, etwa einer Talsohle, sehr flach ist, flacher als der Böschungswinkel der normalen Wasserkalotte. Die „Schichtquelle" tritt dann mehr oder weniger hoch über dem sogenannten Quellhorizont und oberhalb seiner Ausstrichstelle im Tal zutage und sie bevorzugt hierbei Stellen, wo, wie an Talgabelungen, ein steileres Gefälle sich plötzlich verflacht, das Längsprofil der Talsohle also gewissermaßen mit einem Winkel in die Wasserkalotte hineinsticht.

Offenbar ist in diesen Fällen die Reibung des Wassers auf dem unterirdischen Wege vom Quellaustritt zum Schichtaustritt größer als der Druck der Wassersäule zwischen der Quelle und dem senkrecht unter ihr liegenden Punkte des Wasserhorizontes.

Auf dieser Erfahrung fußend gab ich für die gewünschte Wassererschließung einen Hauptgabelungspunkt des Trockentales an, der mehreren Quellaustritten in tieferen Paralleltälern nach Ort und Entstehungsweise zu entsprechen schien. Die größte Tiefe des Grundwasserspiegels berechnete ich mittels einer einfachen Konstruktion zu 16 m.

Nach Abschluß meines Gutachtens aber ohne Kenntnis davon befaßte sich mit der gleichen Sache ein Wünschelrutengänger: ein einfacher, aber seit Kriegsbeginn in der gleichen Gegend im Wassersuchen erfahrener Brunnenbauer aus Mecklenburg. Der Mann beging in meiner Abwesenheit die Gegend und alsbald fand die Rute reichlich Wasser an genau der gleichen Stelle in 12—15 m Tiefe.

Fürwahr ein für den Geologen wie für den Rutenmann gleich schmeichelhaftes Ergebnis! Nun aber die Methode! „Wasser sei

ja hier überall. Nur läge es weiter oberhalb zu tief, hier aber könnte, nach dem Gestein über Tage zu schließen, der Ton nicht mehr tief sein und obendrein träten ja alle Quellen an solchen Stellen aus."

So erklärte der Kollege aus Mecklenburg!

8.

Ich bin solchen Anleihen bei der Geologie noch oft begegnet. So entschuldigte Herr O. einen offenkundigen Mißerfolg — trotz ganz bestimmter Angaben war in 18 m Tiefe und von da ab bis zu 50 m die Wasserader nicht gefunden worden — mit der Wendung, hätte er vorausgesehen, was dann die Bohrung lehrte, daß dort 50 m Tone lägen, so hätte er natürlich tiefer geraten! — Herr Z. berichtete mir von seiner geologischen Handbücherei und fragt um Ergänzung. Beide Rutengänger benutzten unsere geologischen Exkursionen, um über Form, Umfang, Tiefenlage und sonstiges Gebaren verschiedener nutzbarer Mineralien Rat zu holen. Auf der Suche nach Nickel „fand" Herr Z. lauter lang linsenförmige, Herr O. in der gleichen Gegend kurze, kugelrunde „Erzkörper".

9.

Ich schließe mit einem eigenen Erlebnis, das mir zur psychologischen Seite der Wünschelrutenfrage den Schlüssel gegeben hat.

Versuchsanordnung. Westfront, 1915; ein Major der Pioniere, ein Musketier, frisch aus der Heimat, von Beruf Geologe. Vorführung der Wünschelrute durch den ersteren. Bei Annäherung an einen Bach beginnt sich die Rute zu neigen, biegt sich auf der Brücke „mit unwiderstehlicher Gewalt" abwärts, um sich am anderen Ufer wieder aufzurichten. „Nun probieren Sie auch einmal!" Indem ich so tue, nehme ich mir vor, jeden außersachlichen Einfluß auszuschalten, hoffe aber, den hohen Vorgesetzten nicht durch einen Mißerfolg verstimmen zu müssen. Als ich mich dem Wasser nähere, beginnt in meinen Händen die Rute sich mit unwiderstehlicher Gewalt abzubiegen und ich habe das deutliche Gefühl, nicht anders zu können, einer Gewalt, die von außen auf mich wirkt, zu unterliegen. „Wie vor den Kopf geschlagen" von diesem, für mich gänzlich neuartigen Erlebnis, gebe ich die Rute ihrem Besitzer zurück, um mir den Vorgang so gut wie möglich innerlich klar zu machen: Liegt hier wirklich etwas Neues, mir noch Unbekanntes vor, oder aber sollten doch noch unsachliche Nebendinge getäuscht und verführt haben, etwa der drastische Eindruck des Vorbildes (ich hatte die Wünschelrute noch nie bei der Arbeit gesehen), der Anblick des fließenden Wassers, etwa auch die für einen jungen Muschkoten fürchterliche Nähe des hohen Offiziers?

Als ich nach dieser psychologischen Selbstanalyse den Versuch in ganz der gleichen Weise wiederholte, blieb jede Wirkung aus.

Die Schilderung dieses für mich unvergeßlichen Erlebnisses wird einem Psychologen, der mit der Macht der Suggestion und des Unbewußten zu rechnen gewohnt ist, vielleicht nichts Neues sagen. Man bedenke aber, welche inneren Verheerungen entsprechende Vorgänge bei Menschen anrichten müssen, die nicht an wissenschaftliche Denkweise und nicht an Selbstbeobachtung gewöhnt sind und bei denen sich der gute Wille zum Vater eines gläubigen Vertrauens gemacht hat!

Schlußwort. Was ich bringen konnte, sind nur einige Beispiele, aber die wenigstens, wie mir scheint, eindeutig und in ihrem Rahmen beweisend. Neben den trivialen Fehlschlägen waren es vor allem Scheinerfolge von zweierlei Art, aus denen für die Beurteilung und Behandlung des Gegenstandes zu lernen ist. Scheinerfolge des Inhalts liegen vor, wenn der vermutete Stoff auch außerhalb der angezeigten Punkte vorhanden ist (Grundwasserspiegel, Rivierwasser in Südafrika, diffus verteilter Metallgehalt, flache, schichtige Lagerstätten usw.). Da Parallelbohrungen in der Praxis nicht zustande kommen, so fällt das Verdienst auf die Rute. Die noch zahlreichereren Scheinerfolge der Methode entspringen einer verkappten oder „verbrämten"[1] Geologie im weitesten Sinne. Ich lasse hier den eig nen Erfahrungen noch eine bezeichnende ältere Mitteilung folgen[2]:

„Der vorzüglichste Quellensucher, den es vielleicht je gab, ist der Abbé Paramelle, dem Frankreich die Eröffnung unzähliger Quellen verdankt. Durch vieljährige Reisen und Beobachtung aller geologischen Umstände, der Höhe und der Ausdehnung der Berge, der Neigung der Schichten, anfangs mit Beihilfe von Rechnungen, später unter dem Eindruck einer zur Gewohnheit gewordenen Anschauung (von mir gesperrt) sagte er mit einer an Sicherheit fast grenzenden Wahrscheinlichkeit . . ., ob an einem Orte und genau wo eine Quelle zu finden, in welcher Tiefe, und von welcher Größe sie sei."

Nimmt man hinzu, daß schließlich auch dem Rutengänger die Wahrscheinlichkeitsrechnung einen gewissen Prozentsatz von Zu-

---

[1] Neumayr, Erdgeschichte. I. 1886. p. 373.

[2] Lersch, Hydrophysik. p. 231 f., zitiert nach einer mit vielen sachlichen Einzelheiten gezierten Schrift des Philologen Eugen Oder: Ein angebliches Buchstück, Demokrit über die Entdeckung unterirdischer Quellen (Quellensucher im Altertum). Sonderabdruck aus dem VII. Supplementbande des Philologus „Leipzig, Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung 1899". S. 380 Anm. 198. — Ich verdanke diesen Hinweis der Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. Dr. Thiel in Reichenbach i. Schl.

fallserfolgen zubilligt, so bleibt schon von vornherein für wirkliche Erfolge nur noch ein enges Feld. Es sei denn, daß man schon das bloße Ausschlagen der Rute als einen Erfolg und mit dem Kommentar ihres Trägers zusammen als Fund oder „Entdeckung“ anerkennt[1].

Nach alledem wird man gut tun, schon seinen eigenen Beobachtungen und Erlebnissen mit allem Mißtrauen zu begegnen; wie viel mehr aber allen Mitteilungen Dritter, will man anders nicht in die Irre gehen in den Klüften, Verwerfungen und Überschiebungen, die fast noch mehr die Menschennatur als die Schichten des Bodens durchsetzen.

N a c h w o r t. Während des Druckes veröffentlicht Edw. Hennig in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift (1917, Heft 39) seine sehr günstigen Ergebnisse mit der Wünschelrute. Daß ich mit dem Verfasser in dem Verlangen nach „intensiver Materialsammlung und methodischer Beobachtung“ übereinstimme, hoffe ich, auch mit meinen wenigen Feststellungen gezeigt zu haben. Gibt es doch unter den tätigen Anhängern der Wünschelrute offenbar drei Gruppen: Erstens, solche, die weder etwas Reelles leisten, noch selber an sich glauben — denn warum sollte es in diesem Berufe weniger Schwindler geben als in anderen! Zweitens, diejenigen, die sich selber täuschen über ihre Erfolge, bewußt, halbbewußt oder unbewußt; und endlich die Gruppe, zu der alle gern gehören möchten. Daß diese dritte Gruppe existiert, diese Möglichkeit möchte auch ich ausdrücklich offen halten. Nur ihren Umfang auf das richtige Maß zu beschneiden zu „Gunsten“ von eins und zwei, halte ich, und auch darin glaube ich mich mit Edw. Hennig einen Sinnes, für wissenschaftliche Pflicht. Damit wird beiderlei Handwerkszeug, Hammer und Rute, am besten rein gehalten.

[1] Was ebenso unglaublich wie häufig ist, erzählte mir doch in diesem Sinne Herr Lt. d. Res. O. aus Breslau von den neuen, durch ihn entdeckten Kohlenlagern in Oberschlesien, eine Tat, die sich im „Schlesischen Familienblatt“ des Breslauer Generalanzeigers vom 20 Mai 1917 auch für die Ewigkeit gesichert findet.

Personalia.

E r n a n n t: Prof. Dr. **J. Beckenkamp** in Würzburg zum G e h e i m e n H o f r a t.

Z u r ü c k g e t r e t e n: Prof. Dr. **Franz Toula** von seinem Lehramt an der Technischen Hochschule in W i e n.

G e s t o r b e n: Prof. Dr. **Aug. Rothpletz** von der Universität M ü n c h e n in Oberstdorf i. Algäu.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländ.-Ostindien.

Von **H. A. Brouwer** in Delft.

Mit 2 Textfiguren.

III. Metamorphosierte Quarziteinschlüsse in Pyroxenandesiten des Vulkans Merapi (Sumatra).

Während einer Besteigung des Vulkans Merapi von Soengei Poear aus[1] im Juni 1914 wurden von mir zahlreiche Einschlüsse gesammelt in den jüngsten vulkanischen Produkten, die den oberen unbewachsenen Teil des Vulkans bedecken. Z. T. bestehen diese Einschlüsse aus anderen vulkanischen Gesteinen oder aus mittelkörnigen holokristallinen Gesteinen, die eine Tiefenfazies der ausgeworfenen Produkte vorstellen. In großer Menge kommen aber auch Bruchstücke von sedimentären Gesteinen vor, die aus dem Untergrunde des Vulkans stammen. Es sind weiße, wie dichter Quarz aussehende, eckig begrenzte Bruchstücke, deren Dimensionen von einigen Millimetern bis mehr als 10 cm wechseln und die bisweilen in so großer Menge in dem vulkanischen Gestein vorkommen, daß eine Art Breccie vorliegt, in dem nur wenig Lava das Bindemittel bildet. Auch isolierte große Bruchstücke ohne umschließendes vulkanisches Gestein wurden gesammelt, die beim Niederfallen in mehrere Stücke zerbrochen sind. Mikroskopisch zeigt sich, daß diese weißen Bruchstücke aus schwach bis stark metamorphosierten quarzitischen Gesteinen bestehen, die hierunter näher beschrieben werden sollen. Die verschiedenen Stadien der Metamorphose konnten bei der Untersuchung von mehreren Einschlüssen gut verfolgt werden.

Die umschliessenden vulkanischen Gesteine.

Es sind Pyroxenandesite mit viel rhombischem Pyroxen. Sie enthalten zahlreiche Einsprenglinge von Plagioklas und Hypersthen und weniger von Erz, Augit und Olivin in einer glasreichen Grundmasse.

Der Plagioklas ist oft stark zonar gebaut, aber basische und mehr saure Zonen wechseln miteinander ab, so daß der Randfeldspat nicht oder nur wenig saurer als der Kernfeldspat sein kann. Karls-

[1] R. D. M. Verbeek, Topographische en Geologische Beschryving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Batavia 1883. Blz. 473.

bader Zwillinge sind häufig. Der Feldspat der nicht zonaren und der zentralen Teile der zonaren Kristalle, auch bisweilen, nach Abwechslung mit saureren Zonen, bis in die Randzone der zonaren Kristalle wiederkehrend, wurde bestimmt als Labrador-Bytownit. Durchkreuzungszwillinge wurden ausnahmsweise wahrgenommen. Glaseinschlüsse, bisweilen auch Pyroxenmikrolithe und Erzpartikelchen der Grundmasse fehlen vielen Feldspaten fast ganz, in einigen sind aber besonders die Glaseinschlüsse sehr zahlreich und auf bestimmte Zonen der Kristalle beschränkt.

Der in bräunlichgelben und grünlichen Farben pleochroitische Hypersthen ist unter den Einsprenglingen häufiger als der grünlich gefärbte monokline Pyroxen. Olivin wurde nur ausnahmsweise unter den Einsprenglingen beobachtet und ist z. T. resorbiert. Um einen Olivinkristall wurde ein Saum von größeren Pyroxenkristallen beobachtet, die den ganzen Kristall umgeben, während an der Grenze von beiden Mineralien eine unregelmäßige Erzausscheidung stattgefunden hat. Auch Magnetit kommt unter den Einsprenglingen vor, größere Kristalle werden auch von den Feldspaten umschlossen.

In der glasreichen Grundmasse der Gesteine kommen Plagioklas- und Pyroxenmikrolithe und auch sehr kleine Erzkriställchen in großer Menge vor. Die Grenze zwischen den vulkanischen Gesteinen und den umschlossenen Quarzitbruchstücken ist, auch mikroskopisch, scharf ausgebildet, und Erscheinungen von endomorpher Kontaktmetamorphose in den basischen Gesteinen wurden an der Grenze mit den stark umkristallisierten sauren Einschlüssen nicht beobachtet.

Die metamorphosierten quarzitischen Gesteine.

Die Einschlüsse, die fast keine Veränderungen zeigen, bestehen mikroskopisch aus einem Quarzgemenge, in dem größere, unregelmäßig begrenzte Kristalle in einem feinkörnigen Quarzaggregate liegen. Besonders in den größeren Quarzkristallen kommen häufig rundliche oder unregelmäßig begrenzte Glaseinschlüsse vor, während die feinen Einschlüsse z. T. auch wohl mit Gas gefüllt sind, das vielleicht durch Verflüchtigung aus ursprünglichen flüssigen Einschlüssen entstanden ist.

Ein zweites Merkmal, das auf metamorphosierende Wirkung des umschließenden vulkanischen Gesteins hinweist, ist die Bildung von feinen, farblosen langen Säulchen, die eine positive Längsrichtung mit in den größeren Säulchen ziemlich starker Doppelbrechung zeigen. Die feststellbaren Eigenschaften stimmen überein mit denen des Sillimanits. Die Säulchen sind oft zu mehr oder weniger radiären Aggregaten zwischen dem Quarzgemenge vereinigt, und in einigen dieser Aggregate wurde etwas Glas beigemischt wahrgenommen. Eine durch Ausscheidung von zahlreichen Erzpartikelchen dunkel gefärbte Glassubstanz, die der Grundmasse des umschließenden vulkanischen Gesteins ähnlich ist, findet sich hier

und da im Einschluß in mehr oder weniger rundlichen Partien, aber auch in schmalen Äderchen, die die größeren Quarzkristalle durchsetzen oder mehrere kleinere Quarze umhüllen. Von neugebildeter Glassubstanz umgeben, wurde auch in sehr geringer Menge hellblau gefärbter und verzwillingter Cordierit im Einschluß wahrgenommen. Die neugebildeten Mineralien und das Glas treten nur örtlich auf, meistens schließen die Quarzkristalle wie in normalen unveränderten Quarziten aneinander, und die oben beschriebenen Veränderungen können als ein Anfangsstadium der Metamorphose

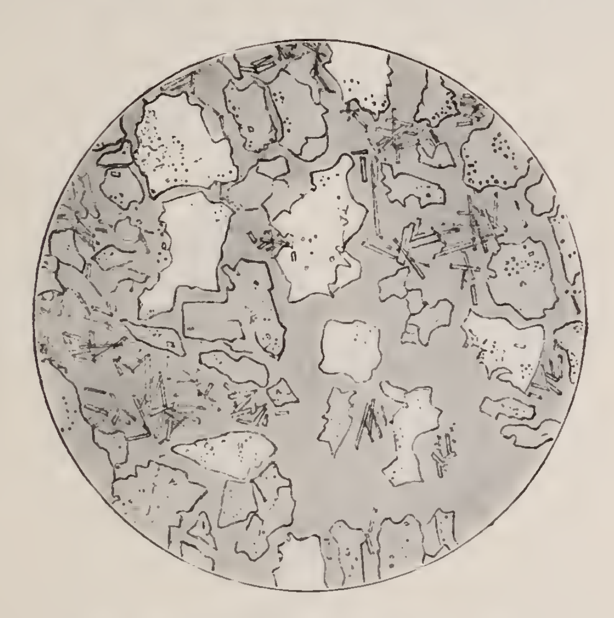


Fig. 1. Angeschmolzene Quarzkristalle mit Einschlüssen in einer Glasmasse mit Sillimanitnädelchen. Vergr. × 225.

betrachtet werden. An der direkten Grenze von Einschluß und vulkanischem Gestein wurde keine Zunahme der Metamorphose wahrgenommen.

Bei stärkerer Metamorphose nimmt die Neubildung von Mineralien und Glas zu. Zwei der untersuchten Einschlüsse zeigen mikroskopisch ein Quarzgemenge, in dem die verschiedenen Quarzkristalle einander nicht mehr berühren; sie sind angeschmolzen und werden von einer Glaszone getrennt und umgeben, während mit Glas gefüllte Adern auch die größeren Quarzkristalle durchsetzen und in mehrere gleichzeitig auslöschende Teile trennen. Diese, übrigens farblose, Glassubstanz wird getrübt durch zahllose feine Nädelchen eines Minerals, dessen feststellbare Eigenschaften auf Sillimanit hinweisen (Fig. 1). Sie liegen regellos in der Glasmasse zerstreut und können diese

bisweilen undurchsichtig machen. Hierdurch heben sich die viel klareren Quarzkristalle, die wohl die schon oben erwähnten Einschlüsse, aber keinen Sillimanit enthalten, deutlich von der neugebildeten Glassubstanz ab. Die dunkel gefärbte Glasmasse, die in den oben beschriebenen, wenig veränderten Einschlüssen erwähnt wurde, kommt auch hier in geringer Menge und in mehr oder weniger runden Partien vor. Magnetitkristalle, die in geringer Menge vorkommen, sind z. T. in eine rötliche Substanz umgewandelt, was auf eine Oxydation zu Hämatit hinweist. Wie in den oben erwähnten ist auch in diesen stärker metamorphosierten Einschlüssen

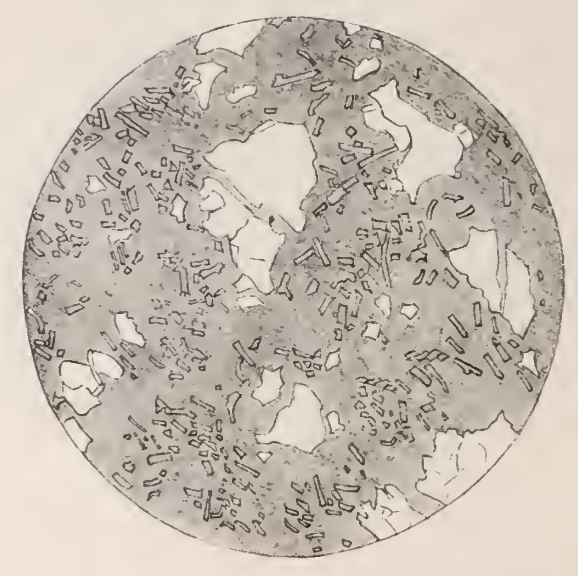


Fig. 2. Quarzreste (weiß) in einer Glasmasse mit Tridymit. × Nicols. Vergr. × 90.

die Grenze zwischen vulkanischem Gestein und Einschluß scharf ausgebildet.

Bei Zunahme der Metamorphose verschwinden allmählich die ursprünglichen Quarzkristalle mehr und mehr und an ihrer Stelle tritt Tridymit und in geringerer Menge auch Cordierit auf. Man sieht den Tridymit sich entwickeln in der Glasmasse, die durch Schmelzung der Quarzkristalle entstanden ist. In einigen noch nicht sehr stark umkristallisierten Einschlüssen liegen die übriggebliebenen Quarzreste in einer z. T. nicht, z. T. sehr schwach doppelbrechenden Masse. Die schwach doppelbrechenden Partien zeigen oft deutliche Leistenform mit negativer Längsrichtung (Fig. 2). Besonders bei gesenktem Kondensor sieht man deutlich die stark und sehr unregelmäßig angeschmolzenen Quarze in der Glas-Tridymit-

Masse mit niedrigem Brechungsindex liegen. Etwas Pyrit und auch Cordierit kommen vor, die Sillimanitnädelchen fehlen in den untersuchten Einschlüssen mit dem am letzten beschriebenen Charakter der Metamorphose fast ganz.

In den meisten der untersuchten Einschlüsse ist der Tridymit viel vollkommener zur Ausbildung gekommen, so daß Glas fast vollständig oder ganz fehlt. Der Tridymit zeigt die für dieses Mineral charakteristische schwache positive Doppelbrechung und geringe Lichtbrechung. Schnitte senkrecht zu (0001) sind oft sehr langgestreckt, sie können bis 1 mm lang werden bei einer Breite von nur 0,04 mm, meistens sind sie aber viel kleiner. Sie haben negative Längsrichtung und löschen gerade aus. Eine Querabsonderung, annähernd senkrecht zur Längsrichtung, kommt vor. Die Kristalle bilden keine Einzelindividuen und zeigen zwischen gekreuzten Nicols eine Verteilung in schwach und etwas stärker doppelbrechenden Partien. Cordierit kommt auch sehr häufig vor, er ist in Querschnitten oft schön idiomorph ausgebildet und zeigt die Zwillingsbildung mit sechs Sektoren. Die hellblaue Farbe ist mikroskopisch deutlich wahrnehmbar, auch sind die Kristalle deutlich pleochroitisch mit $\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$. In Längsschnitten löschen die verschiedenen Individuen der Zwillinge gleichzeitig aus. Die kleineren Kristalle von Cordierit sind oft zu Aggregaten von zahlreichen Körnern angehäuft.

Die Reste des ursprünglichen Quarzes zeigen dieselben Eigenschaften wie die Quarze der weniger stark metamorphosierten Einschlüsse, die angeschmolzenen Ränder verlaufen sehr unregelmäßig mit zahlreichen Einbuchtungen. Die Sillimanitnädelchen sind selten, wir beobachteten sie z. B. als Einschluß in Cordierit und in Tridymit. Pyritkristalle kommen ziemlich häufig vor, während auch die schon früher erwähnte, einigermaßen wie die Grundmasse der umschließenden vulkanischen Gesteine aussehende, dunkle Glasmasse mit zahlreichen Erzpartikelchen in rundlichen bis eckigen Partien zwischen und auch in den übrigen Bestandteilen auftritt.

Glaseinschlüsse (und Gaseinschlüsse) und kleine, oft schön idiomorphe Spinellkriställchen kommen vor.

In einigen der untersuchten, stark metamorphen und tridymitreichen Einschlüsse sind die Gas- und Glaseinschlüsse und die dunkle Glasmasse besonders reichlich vorhanden. In kleinen Hohlräumen haben sich oft die dunkle und bisweilen auch eine farblose Glasmasse mit zahlreichen Sillimanitsäulchen angehäuft.

Die Grenze zwischen Einschluß und vulkanischem Gestein verläuft fast immer, auch mikroskopisch, scharf, und keine Spuren von stärkerer endomorpher oder exomorpher Metamorphose an der direkten Kontaktgrenze wurden wahrgenommen, was bei der großen Differenz in der chemischen Zusammensetzung der beiden Gesteine und der starken Umschmelzung mancher Einschlüsse sehr gut erwartet werden konnte. Veränderungen in chemischer oder minera-

logischer Zusammensetzung der vulkanischen Gesteine am Kontakt wurden überhaupt nicht wahrgenommen.

Zusammenfassend kann über den Charakter der oben beschriebenen Kontakterscheinungen gesagt werden, daß der Grad der Umschmelzung der ursprünglichen quarzitischen Gesteine ein sehr verschiedener sein kann, der, wie es scheint, nicht in direktem Zusammenhang mit den Dimensionen der Einschlüsse steht, weil kleine Einschlüsse oft nur wenig Veränderungen zeigen. Bei starker Umschmelzung bildet sich aus dem Glase hauptsächlich Tridymit, daneben ist auch Cordierit reichlich vorhanden. Einschlüsse, in denen fast gar keine Reste des ursprünglichen Quarzes übriggeblieben sind, kommen vor. Auch bei sehr starker Umschmelzung des sauren Einschlusses hat eine Resorption durch das umschließende basische vulkanische Magma nicht stattgefunden.

Koordinatentransformation in regelmäßigen Punktsystemen.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Symbolik des Punktsystems und Bedeutung der Teilgitter.

Jedes regelmäßige Punktsystem besteht aus den Gitterpunkten von n parallelen kongruenten Gittern Γ_{I}, Γ_{II}, ..., Γ_{n} und ist daher formal mit Gitterebenen, Gitterlinien und Parametern ausgestattet.

Als Koordinatenachsen X, Y, Z wählen wir drei nicht komplanare Gitterlinien irgendeines Gitters, etwa Γ_{I}, die nicht konjugiert zu sein brauchen: ihre Parameter heißen a, b, c. Schneidet nun irgendeine Gitterebene des Punktsystems auf X, Y, Z die Abschnitte ιa, $\varkappa b$, λc ab, so sind ι, $\varkappa$, λ entweder rational (aber im allgemeinen nicht ganzzahlig) oder in beliebiger Annäherung rational zu setzen. Wir nennen $h = \frac{1}{\iota}$, $k = \frac{1}{\varkappa}$, $l = \frac{1}{\lambda}$ die „Indizes" der Gitterebene und (h, k, l) ihr Symbol; die „Einheitsgitterebene" mit den Abschnitten a, b, c wird demnach durch (1, 1, 1) symbolisiert, und die drei Gitterebenen (1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1) laufen den Koordinatenebenen YZ, ZX, XY parallel. Hat irgendein Gitterpunkt des Punktsystems die Koordinaten $x = ua$, $y = vb$, $z = wc$, so sind u, v, w seine „Indizes" und [u, v, w] ist sein Symbol: u, v, w sind entweder rational (aber im allgemeinen nicht ganzzahlig) oder in beliebiger Annäherung rational zu setzen; der Koordinatenursprung heißt also [0, 0, 0]. Die durch ihn und den Gitterpunkt [u, v, w] laufende Gitterlinie symbolisieren wir durch $[u_0\, v_0\, w_0]$, wo die Indizes u_0, v_0, w_0 teilerfremde ganze Zahlen sind und $u_0 : v_0 : w_0 = u : v : w$ ist. Der Parameter der Gitterlinie $[u_0\, v_0\, w_0]$ werde mit $[u_p, v_p, w_p]$ bezeichnet; die Indizes u_p, v_p, w_p

sind identisch mit den Indizes desjenigen Gitterpunktes $[u_p, v_p, w_p]$, dessen Abstand vom Nullpunkt nach Richtung und Länge gleich dem Parameter der Gitterlinie $[u_0\ v_0\ w_0]$ ist. Somit haben z. B. die Parameter a, b, c der Koordinatenachsen, die sog. „Achsenparameter", die Symbole [1 . 0 . 0], [0 . 1 . 0], [0 . 0 . 1][1].

Wenn die zu Koordinatenachsen gewählten Gitterlinien konjugiert sind, ist $u_p = u_0$, $v_p = v_0$, $w_p = w_0$, d. h. dann sind u_p, v_p, w_p ganzzahlig und teilerfremd, sonst aber im allgemeinen nicht. Andernfalls bestimmen nämlich die Achsen X, Y, Z, bezw. deren Parameter a, b, c nicht das ganze Gitter Γ_1, sondern ein „Teilgitter" G_1 derart, daß m parallele kongruente Teilgitter G_1', G_1'', G_1''', ... das Gesamtgitter Γ_1 bilden. Wählt man z. B. in einem flächenzentrierten Würfelgitter die offenbar nicht konjugierten Kanten eines flächenzentrierten Würfels zu Achsenparametern, so bestimmen diese ein einfaches Würfelgitter, und vier solche einfachen Würfelgitter bauen, als kongruente Teilgitter G', G'', G''', G'''' parallel ineinandergestellt, das flächenzentrierte Würfelgitter Γ auf. In solchen Fällen hat man zur Ermittelung des Parameters $[u_p . v_p . w_p]$ einer gegebenen Gitterlinie $[u_0\ v_0\ w_0]$ des Gitters Γ festzustellen, wieviele der m Teilgitter G', G'', ... sich an der Punktbesetzung jener Gitterlinie beteiligen. Gehört z. B. der Nullpunkt [0, 0, 0] von Γ zu dem Teilgitter G', so beteiligen sich Gitterpunkte von G' auch an der Gitterlinie $[u_0\ v_0\ w_0]$ von Γ. Gehört irgendein Gitterpunkt $[u_i\ v_i\ w_i]$ von Γ zum Teilgitter G'', so nehmen an der Gitterlinie $[u_0\ v_0\ w_0]$ auch Gitterpunkte von G'' stets und nur dann teil, wenn

$$\text{I)}\quad \begin{cases} v_0\, u_i - u_0\, v_i = r_1 \\ w_0\, v_i - v_0\, w_i = r_2 \\ u_0\, w_i - w_0\, u_i = r_3, \end{cases}$$

wo r_1, r_2, r_3 positive oder negative ganze Zahlen einschließlich Null sind. Hat man auf diese Weise festgestellt, daß sich im ganzen g der m Teilgitter an der durch [0, 0, 0] laufenden Gitterlinie $[u_0\ v_0\ w_0]$ beteiligen, so sind die Indizes des Parameters $[u_p . v_p . w_p]$ dieser Gitterlinie gegeben durch

$$\text{II)}\quad u_p = \frac{u_0}{g},\quad v_p = \frac{v_0}{g},\quad w_p = \frac{w_0}{g}.$$

Die Teilgitter spielen auch in der Röntgenometrie der Kristalle eine Rolle. Dasjenige Gitter, welches röntgenometrisch zunächst festgestellt wird, ist oft nur ein Teilgitter von Γ. Die aus BRAGG's Formel oder aus DEBYE-SCHERRER's quadratischer Form berechneten primitiven Abstände d_1, d_2, d_3 dreier reflektierender Scharen ergeben nämlich, wenn deren Neigungswinkel ermittelt

[1] Gitterpunkte, Parameter und Gitterlinien unterscheiden sich also im Symbol allgemein durch die Interpunktion.

sind, häufig nur das Volumen eines Teilgitterparallelepipedons. Erst ein Vergleich dieses Volumens mit dem absoluten Atomvolumen und die Anwendung des Strukturfaktors liefern unter anderem auch die Anzahl und die Ineinanderstellung solcher Teilgitter G und somit die Beschaffenheit der Gitter Γ. Ist beispielsweise Γ eines Kristalles ein flächenzentriertes Würfelgitter, so ergibt die Reflexion erster Ordnung an den Kristallflächen (111), (131) und (133) drei Größen $\sin\vartheta_{111}$, $\sin\vartheta_{131}$ und $\sin\vartheta_{133}$, die in dem gleichen Verhältnis zueinander stehen wie in dem Falle eines einfachen Würfelgitters: letzteres wird sich erst bei weiterer Untersuchung als ein Teilgitter G verraten derart, daß im ganzen vier gleiche Teilgitter G', G'', G''', G'''' in bestimmter Weise zu einem flächenzentrierten Gitter Γ vereinigt sind.

Transformation bei Drehung der Koordinatenachsen.

Der Nullpunkt [0, 0, 0] bleibt erhalten. Dann ist die Transformation eindeutig bestimmt durch die alten Symbole $[u_1 . v_1 . w_1]$, $[u_2 . v_2 . w_2]$, $[u_3 . v_3 . w_3]$ derjenigen Parameter, welche in dem neuen Koordinatensystem als Achsenparameter [1 . 0 . 0], [0 . 1 . 0], [0 . 0 . 1] fungieren: es seien also die neun Indizes u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2, u_3, v_3, w_3 gegeben. Wir setzen zur Abkürzung die Determinante

$$\alpha) \quad \begin{vmatrix} u_1 & v_1 & w_1 \\ u_2 & v_2 & w_2 \\ u_3 & v_3 & w_3 \end{vmatrix} = D$$

und ihre neun Unterdeterminanten

$$\beta) \quad \begin{cases} \begin{vmatrix} v_2 & w_2 \\ v_3 & w_3 \end{vmatrix} = d_{11}, & \begin{vmatrix} v_3 & w_3 \\ v_1 & w_1 \end{vmatrix} = d_{12}, & \begin{vmatrix} v_1 & w_1 \\ v_2 & w_2 \end{vmatrix} = d_{13} \\ \begin{vmatrix} w_2 & u_2 \\ w_3 & u_3 \end{vmatrix} = d_{21}, & \begin{vmatrix} w_3 & u_3 \\ w_1 & u_1 \end{vmatrix} = d_{22}, & \begin{vmatrix} w_1 & u_1 \\ w_2 & u_2 \end{vmatrix} = d_{23} \\ \begin{vmatrix} u_2 & v_2 \\ u_3 & v_3 \end{vmatrix} = d_{31}, & \begin{vmatrix} u_3 & v_3 \\ u_1 & v_1 \end{vmatrix} = d_{32}, & \begin{vmatrix} u_1 & v_1 \\ u_2 & v_2 \end{vmatrix} = d_{33}. \end{cases}$$

Nun erhält die Gitterebene (h_i, k_i, l_i) das neue Symbol (h_i', k_i', l_i'), wo

$$(1) \quad \begin{cases} h_i' = h_i u_1 + k_i v_1 + l_i w_1 \\ k_i' = h_i u_2 + k_i v_2 + l_i w_2 \\ l_i' = h_i u_3 + k_i v_3 + l_i w_3 \end{cases}$$

Löst man (1) nach h_i, k_i, l_i auf und setzt $h_i' = k_i' = l_i' = 1$, so findet man, daß die Gitterebene (h_i, k_i, l_i) zur Einheitsebene (1, 1, 1) in dem neuen System wird, wenn $h_i = h$, $k_i = k$, $l_i = l$, wo

$$(1\text{a}) \quad \begin{cases} h = (d_{11} + d_{12} + d_{13})\, D^{-1} \\ k = (d_{21} + d_{22} + d_{23})\, D^{-1} \\ l = (d_{31} + d_{32} + d_{33})\, D^{-1}. \end{cases}$$

Analog ergibt sich, daß die Gitterebenen (h_1, k_1, l_1), (h_2, k_2, l_2), (h_3, k_3, l_3) die neuen Symbole $(1, 0, 0)$, $(0, 1, 0)$, $(0, 0, 1)$ erhalten, wenn

$$(1\,b)\quad \begin{cases} h_1 u_1 + k_1 v_1 + l_1 w_1 = 1, & h_1 u_2 + k_1 v_2 + l_1 w_2 = 0, \quad h_1 u_3 + k_1 v_3 + l_1 w_3 = 0 \\ h_2 u_1 + k_2 v_1 + l_2 w_1 = 0, & h_2 u_2 + k_2 v_2 + l_2 w_2 = 1, \quad h_2 u_3 + k_2 v_3 + l_2 w_3 = 0 \\ h_3 u_1 + k_3 v_1 + l_3 w_1 = 0, & h_3 u_2 + k_3 v_2 + l_3 w_2 = 0, \quad h_3 u_3 + k_3 v_3 + l_3 w_3 = 1 \end{cases}$$

Löst man (1 b) nach den neun Unbekannten auf, so folgt

$$(1\,c)\quad \begin{cases} h_1 = d_{11} D^{-1}, & k_1 = d_{21} D^{-1}, & l_1 = d_{31} D^{-1} \\ h_2 = d_{12} D^{-1}, & k_2 = d_{22} D^{-1}, & l_2 = d_{32} D^{-1} \\ h_3 = d_{13} D^{-1}, & k_3 = d_{23} D^{-1}, & l_3 = d_{33} D^{-1}. \end{cases}$$

Der Gitterpunkt $[u_i, v_i, w_i]$ erhält das neue Symbol $[u_i', v_i', w_i']$, wo

$$(2)\quad \begin{cases} u_i' = h_1 u_i + k_1 v_i + l_1 w_i \\ v_i' = h_2 u_i + k_2 v_i + l_2 w_i \\ w_i' = h_3 u_i + k_3 v_i + l_3 w_i. \end{cases}$$

Ebenso wie die Indizes eines Gitterpunktes $[u_i, v_i, w_i]$ müssen sich infolge der eingeführten Symbolik auch die Indizes eines Parameters $[u_p . v_p . w_p]$ transformieren.

Der Dualismus zwischen Gitterpunkten und Gitterebenen ist offensichtlich ein vollkommener. Betrachtet man z. B. in (1 b) die neun Indizes $h_1, k_1, l_1, h_2 \ldots l_3$ als bekannt und die neun Indizes $u_1, v_1, w_1, u_2 \ldots w_3$ als gesucht, so resultiert $u_1 = \delta_{11} \Delta^{-1}$, $v_1 = \delta_{21} \Delta^{-1}$ etc., wo Δ die aus den neun Bekannten gebildete Determinante und δ_{11}, δ_{21} etc. deren neun Unterdeterminanten sind.

Transformation bei Verschiebung des Nullpunktes.

Die Richtungen der Koordinatenachsen bleiben erhalten. Verlegt man den Koordinatenursprung des Punktsystems von $[0, 0, 0]$ nach dem Gitterpunkt $[u, v, w]$, so erhält die Gitterebene (h_i, k_i, l_i) das neue Symbol (h_i', k_i', l_i'), wo

$$(3)\quad \begin{cases} h_i' = h_i (1 - u\,h_i)^{-1} \\ k_i' = k_i (1 - v\,k_i)^{-1} \\ l_i' = l_i (1 - w\,l_i)^{-1}. \end{cases}$$

und der Gitterpunkt $[u_i, v_i, w_i]$ ist zu symbolisieren durch $[u_i', v_i', w_i']$, wo

$$(4)\quad \begin{cases} u_i' = u_i - u \\ v_i' = v_i - v \\ w_i' = w_i - w. \end{cases}$$

Die kristallphysikalische Anwendbarkeit des Vorstehenden leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß die Gesamtheit der Atomzentren jedes Kristalles ein regelmäßiges Punktsystem darstellt.

Die Herkunft der Eisensäuerlinge von Karlsbrunn (Österr.-Schlesien).

Von Bergingenieur **Franz Kretschmer** in Sternberg.

Mit einem geol.-tekt. Kärtchen und einem Kreuzriß im Text.

Im österreichischen Bäderbuche (Wien und Berlin 1914) p. 418 wird bezüglich der Geologie der Quellen von Karlsbrunn behauptet: „Das Bad steht auf einer Zone umgewandelter Schichten der Devonformation (Quarziten, lichter Chloritoidschiefer und dunkler kohliger Urtonschiefer), die hier auf kristallinen Gesteinen (besonders Gneis) des Altvatergebirges lagern". Diese Schilderung ist nicht zutreffend, das Bad steht eben nicht auf einer derartigen Zone, vielmehr kommen Quarzite und Chloritoidschiefer im Untergrunde des Bades gar nicht vor, wohl aber sehr charakteristische Ergußgesteine, welche mit dem Quellenursprung im nächsten Zusammenhange stehen. Die Quarzit-Phyllitzone liegt dagegen westlich des Kurortes nächst dem Talschluß der Weißen Oppa. Die Quellengeologie des Bäderbuches scheint an der Hand geologischer Karten zusammengeschrieben zu sein, trotzdem der Verf. schon im Jahre 1911 in einem Beitrage: „Über die Kontaktmetamorphose am unterdevon. Diabas zu Karlsbrunn"[1], die tatsächlichen geologischen Verhältnisse des dortigen Quellenvorkommens kurz dargestellt hatte. Es soll deshalb ein ausführlicher, auf neuen Aufschlüssen beruhender Bericht über die geologischen und tektonischen Verhältnisse sowohl im Untergrunde, als auch in der Umgebung von Karlsbrunn vorgelegt werden. Verf. hat durch 14 Hochsommer zu seiner Erholung und zum Kurgebrauche nach den Strapazen des anstrengenden Grubendienstes auf den ihm unterstehenden Graphit- und Eisenerzbergbauen und Braunkohlenwerken zugebracht und seine freie Zeit der Geologie der dortigen Eisensäuerlinge usw. zugewendet.

Die Lage von Karlsbrunn und seiner Heilquellen.

Karlsbrunn ist der höchst gelegene Badeort unter den zahlreichen Bädern in den Ostsudeten bezw. im Hochgesenke; in einer Seehöhe von 783 m gelegen bildet das subalpine Klima bezw. die ozonreiche, mit Nadelwaldduft gewürzte Luft neben den Quellen den wirksamsten Heilfaktor. Eingebettet in das Tal der Weißen Oppa am Fuße des Altvater (1490 m ü. M.) und dem Peterstein (1440 m ü. M.) ist Karlsbrunn jenes Idyll, das in seiner reinen und lieblichen Gebirgsschönheit seinesgleichen kaum irgendwo findet, umschlungen vom meilenlangen, ernsten, schweigsamen deutschen Wald.

Die Badeansiedlung liegt in einem Knie, das die Oppa dort bildet, wo sie aus dem oberen Quertal mit der Orientierung nach $6^h\ 10^0$ in das untere Längstal nach $2^h\ 8^0$ übergeht. In demselben

[1] Zeitschr. d. mähr. Landesmuseums. Brünn 1911. **11**. p. 60—78.

Oppaknie treten die Heilquellen in einem alten verlassenen Bachbett der Oppa zutage, welche früher inmitten des hier nicht über 300 m breiten Oppatales floß, später aber an den Fuß des Hinnewiedersteins verlegt wurde. Die Heilquellen folgen sich in der Richtung nach 8^h, und zwar die Karlsquelle am Kopfende der Hauptwandelbahn, dann die Antonsquelle, ferner gegenüber dem Schlackenhause die Wilhelms-Stahlquelle und endlich die Maxquelle beim Säulenhaus, verteilt auf eine Länge von 375 m. Außer diesen zu Kurzwecken in Verwendung stehenden Quellen ist noch die unbenannte Quelle, und wenige Schritte von der Karlsquelle westlich entfernt die dort aus einem hohlen Baumstamm entspringende Quelle, das im Volksmunde sog. „Trompeterloch", zu erwähnen, in welcher Örtlichkeit noch zahlreiche andere Säuerlinge entspringen, welche an den im Wiesengrunde aufsteigenden Gasblasen, sowie den Eisenocker-Ausfällungen zu erkennen sind. Diese letzteren Quellen sind bisher nicht gefaßt und auch nicht benützt worden.

Die Ergiebigkeit der Heilquellen konnte nur geschätzt werden, und zwar schwankt dieselbe bei den einzelnen Quellen von 0,35 bis 0,70 Sekundenliter.

Die Temperatur unserer Quellen ist von dem Wechsel der Jahreszeiten unabhängig und beträgt 8 bis 9° C, was auf eine geringe Tiefe hinweist, aus welcher diese juvenilen Quellen emporsteigen.

Die chemische Zusammensetzung unserer Mineralquellen ergibt sich aus folgenden Analysen, und zwar sind sämtliche Quellen im Jahre 1862 durch Prof. SCHNEIDER in Wien und später nochmals die Wilhelmsquelle 1882 durch Prof. E. LUDWIG in Wien analytisch untersucht worden, deren Ergebnisse nach der Ionenlehre und den Anweisungen des Deutschen und Österreichischen Bäderbuches wie folgt umgerechnet wurden (vgl. Tabelle p. 52).

Zunächst ist bezüglich nachstehender Analysen zu bemerken, daß die Quellen eine schwankende chemische Zusammensetzung darbieten, dergestalt, daß der Konzentrationsgrad der Festbestandteile von der Karlsquelle (Maximum) bis zur Unbenannten Quelle (Minimum) in Abnahme begriffen ist. Wie bei Säuerlingen gewöhnlich, treten auch hier die Alkalisalze stark in den Hintergrund und verhalten sich zu den Erdalkalisalzen wie 1 : 15,9. Aus der folgenden Salztabelle sehen wir ferner, daß der vorwiegende Gehalt an Kalkmagnesiasalzen von der Maxquelle zur Wilhelmsquelle konstant abnimmt, dagegen ist der Gehalt an [$Fe(HCO_3)_2$] in der Wilhelmsquelle am größten, dann folgt die Maxquelle und in absteigender Linie die übrigen Quellen. Ähnlich verhält es sich mit dem freien CO_2, davon die Wilhelmsquelle die größte Menge absorbiert hält, worauf dann die Maxquelle sowie die übrigen mit abnehmender Menge nachfolgen. Während die Maxquelle und die Karlsquelle als Labetrunk und Tafelwasser sich der größten Be-

In 10000 Teilen sind enthalten Gramm	Maxquelle	Karlsquelle	Antonsquelle	Ungenannte Quelle	Wilhelmsquelle
	Analytiker:	Schneider			Ludwig
Kaliumchlorid (K Cl)	0,0049	0,0021	0,0217	0,0182	0,0204
Kaliumsulfat (K_2SO_4)	0,0780	0,0720	0,0526	0,0441	0,0180
Natriumsulfat (Na_2SO_4)	0,0468	0,0158	0,0539	0,0555	0,0808
Natriumhydrocarbonat ($NaHCO_3$)	0,4215	0,5166	0,4428	0,1713	0,0780
Ammoniumchlorid (NH_4Cl)	0,0125	0,0148	—		
Calciumhydrophosphat ($CaHPO_4$)	0,0038	0,0068	—	—	—
Calciumhydrocarbonat [$Ca(HCO_3)_2$]	7,3050	7.2580	5.9750	3,5330	2,3950
Magnesiumhydrocarbonat [$Mg(HCO_3)_2$]	1,3400	1,3400	0,9585	0,3947	1,0100
Ferrohydrocarbonat [$Fe(HCO_3)_2$]	0.3946	0,3427	0,2573	0.2264	1,3330
Manganhydrocarbonat [$Mn(HCO_3)_2$]	0,0191	0.0219	0,0132	—	0,0015
Aluminiumsulfat (Al_2SO_4)		—			0,0038
Aluminiumhydrophosphat [$Al_2(HPO_4)_3$]	0,0057	0,0057	—	—	0.0064
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3)	0,6339	0,6718	0.5058	0,4574	0,9065
Organische Substanz	0,1140	0,1140	0,2130	0,0830	0,2511
Summe der festen Bestandteile	10,3798	10.3822	8,4938	4,9836	6.1045
Freies Kohlendioxyd	16.230	14,735	12,670	7,753	16.710
cm^3 bei 0° C und 760 mm Druck	821	746	641	392	853.9

liebtheit erfreuen und von den Kurgästen am meisten getrunken werden, die Maxquelle außerdem zur Versendung gelangt und die Wilhelmsquelle auf ärztliche Anordnung zu Trinkkuren Verwendung findet, entwickelt die Antonsquelle einen unangenehmen Geruch und Geschmack nach H_2S und ist deshalb ungenießbar. Wahrscheinlich werden bei dieser Quelle die Sulfate unter dem Einfluß der in großer Menge nachgewiesenen organischen Substanz zu H_2S in der Fassung selbst reduziert. Es gehören demnach die Wilhelms-, Max- und Karlsquelle zu der Gruppe der „erdigen Eisensäuerlinge“, dagegen die Antons- und Ungenannte Quelle als „erdige Säuerlinge“ zu bezeichnen sind. Obige Analysen sind alten Datums und wäre eine neue chemisch-analytische Untersuchung erwünscht.

Der Gehalt an Radium-Emanation wurde von Dr. Ehrenfeld für 1 Liter Mineralwasser in Macheeinheiten ($= i \times 10^3$) folgendermaßen festgestellt:

Maxquelle	3,6 ME.
Karlsquelle	1,6 „
Antonsquelle	0,9 „
Wilhelmsquelle	0,8 „

Das ist wohl eine solch schwache Radioaktivität, daß sie für Kurzwecke kaum in Betracht kommt. Übrigens ist es eine Eigentümlichkeit der meisten Säuerlinge, daß sie im gleichen Maße schwach radioaktiv sind.

Geschichtliche Angaben: Anfänglich bedienten sich wohl Bergleute der umliegenden Eisenerzbergbaue der Sauerbrunnquellen in der „Hinnewieder“ genannten Waldstrecke, welche zur Gemeinde Dürrseifen gehört; bis im Jahre 1768 der Deutsch-Ordens-Statthalter Freiherr von Riedheim nach eigenem Versuche die Quellen anderen Kranken empfahl; darauf dann im Jahre 1780 die Maxquelle gefaßt und dabei ein Wohn- und Badehaus erbaut wurde. Alsdann mehrte sich der Zuzug von Heilbedürftigen, so daß im Jahre 1795 mehrere Wohngebäude aufgeführt und ein eigener Arzt bestellt worden war. Im Jahre 1803 ist der bis dahin genannte Kurort „Hinnewieder“ nach dem Hoch- und Deutschmeister Erzherzog Karl, nachmaligen Sieger von Aspern, „Karlsbrunn“ genannt worden.

Der geologische Bau in der Umgebung von Karlsbrunn.

Das beiliegende geologisch-tektonische Kärtchen zeigt zwei wesentlich verschiedene Gebiete, und zwar im NO, NW und SW die merkwürdige Chloritgneisformation, während in SW, SO und NO die Phyllitformation mit den mächtigen Quarziten am Liegenden und mit ausgebreiteten Diabastuffen am Hangenden vertreten ist. Zwischen beiden Formationen gehen Quer- und Längsbrüche hindurch, welche beide voneinander scharf trennen und nachfolgend der Gegenstand eingehender Untersuchung sein sollen.

Eine vielumstrittene geologische und petrographische Provinz ist unsere Chloritgneisformation, insbesondere hinsichtlich der mannigfaltigen Zusammensetzung. Das Hauptgestein der Chloritgneise ist in einer grobkörnigen und einer feinkörnigen Modifikation, sowie vielfach als Gekrösestein entwickelt, untergeordnete Einschaltungen sind bezeichnenderweise hellgraue Phyllite und Quarzite. Das Hauptgestein wird in charakteristischer Weise von Aufbrüchen grobkörniger Muscovit-Augengneise durchsetzt, welche Stöcke von intrusivem Granitgneis darstellen, ferner enthält dasselbe echte Gänge von Muscovit- und Turmalin-Pegmatit in häufigen Durchsetzungen. Der



Fig 1.

Chloritgneis verdankt seine hohe Kristallinität bezw. seinen Feldspat(Albit)gehalt den gedachten granitischen Intrusionen bezw. einer Kontaktmetamorphose unter hohen Druck. Eine wichtige Rolle spielen die Intrusionen von Uralitdiabas in Form von Lagern und Stöcken, sowie von Uralitporphyrit in Form von Lagergängen dem Hauptgestein eingepreßt. Der Uralitdiabas wird von seinen Umwandlungsprodukten: Chloritalbitschiefer, von einfachem Chloritschiefer, sehr häufig als Gekrösestein ausgebildet, sowie von Serpentin-Chloritfels begleitet. Stellenweise finden sich völlige Gesteinsverknetungen von Granitgneis und Diabas. Im beiliegenden Kärtchen wurden wohl einzelne dieser Intrusionen eingezeichnet, jedoch wegen unzureichender Aufschlüsse auf Vollständigkeit verzichtet. Für die Gesteinsreihe der

Chloritgneisgruppe im mähr.-schles. Gesenke hat Verf. anderweitig ein präcambrisches oder genauer ausgedrückt algonkisches Alter wahrscheinlich gemacht[1].

Wesentlich einfacher gebaut ist die Phyllitformation, deren herrschendes Gestein ein schwarzgrauer glänzender Phyllit, auffällig durch feine Fältelung und ausgezeichnete Klivage, in den obersten Stufen in mattgraue Tonschiefer übergeht. Eingeleitet wird die Formation an ihrem Liegenden durch mehr oder weniger mächtige Quarzite, welche in ihrer Fortsetzung am Ludwigsthaler Schloßberg die dort vom Verf. entdeckte unterdevonische Fauna mit *Grammysia Hamiltonensis* E. de Verneuil, *Spirifer macropterus* Goldf., *Naticopsis* ? sp., *Serpulites* sp. etc. einschließt. In der weiteren streichenden Erstreckung der Quarzite wurde am Dürrenberge bei Einsiedel von dem Berliner Geologen A. Halfar eine gleichartige Fauna gefunden und von Prof. F. Römer beschrieben, so daß das unterdevonische Alter unserer Phyllitformation außer Zweifel steht.

Außerdem umschließt unser Phyllitkomplex ungeheuere Quarzitmassen auf der Hohen Fallehne und den sog. Schottersteinen am Rechtsgehänge der Weißen Oppa. Hochwichtig in unserem Falle sind die dem Phyllit eingeschalteten zahlreichen Lagergänge von Uralitdiabasporphyrit, welche wir weiter unten näher kennen lernen werden.

Am Hangenden des schwarzgrauen Tonschiefers des Unterdevon verbreitet sich eine mächtige Zone grüner schiefriger Uralitdiabastuffe, welch letzteren sich am Mittelstein und Urlich (1024 m) ein Kalklager einschaltet, begleitet von Magnetit- (Hämatit-) und Kieseleisenerzlagern, dagegen enthalten dieselben Uralitdiabastuffe auf dem Ostgehänge des Holzberges (955 m) und der nächsten Umgebung von Dürrseifen zahlreiche goldhaltige Quarzgänge.

Bei der sonstigen tektonischen Verschiedenheit der beiden Gebiete: der Chloritgneiszone und der Phyllit- und Quarzitzone, werden diese dessenungeachtet von demselben allgemeinen Streichen und demselben isoklinalen Verflächen ihrer Schichten beherrscht, und zwar ist das erstere nach 3^h, das letztere nach 9^h und in den Sätteln und Mulden auch 21^h orientiert, das Verflächen ist zumeist steil und schwankt von $40—70^0$. Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß die geotektonische Schubkraft aus SO, welche die Schichten der beiden Zonen zu Mulden und Sätteln gebogen und schließlich bis zur Überkippung gefaltet hat, auch gleichzeitig jenen hohen Grad von Adjustierung zustande brachte, welchem wir die auffallende Gleichmäßigkeit des Schichtenstreichens auf große Entfernungen und die ganzen Zonen

[1] Das metamorphe Diorit- und Gabbromassiv in der Umgebung von Zöptau. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1911. **61**. p. 169.

anhaltend zu danken haben. Die Schraffen des beiliegenden geotektonischen Kärtchens bringen dieses Verhalten zum Ausdruck.

An der Hand des nebenstehenden Kreuzrisses Fig. 2 wollen wir uns nun mit den geologischen Einzelheiten in dem engeren Quellengebiet nächst Karlsbrunn befassen. Auf sehr vielen Fußwanderungen, sowohl an natürlichen Aufschlüssen, sowie bei Erdarbeiten, bei der Aufforstung, bei der Anlage von Waldwegen und den neuen Straßenbauten hat Verf. einwandfrei festgestellt, daß beiderseits der Oppa zwischen dem Hinnewiederstein (914 m) und dem Langenkamm (Wilhelmshöhe 979 m) mächtige schwarzgraue Phyllite des Unterdevon entwickelt sind, welche am Westgehänge gegen den Scheitel des Langenkammes in kohlige Tonschiefer übergehen, dabei letztere den Schimmer und Glanz, sowie die intensive Fältelung der ersteren vermissen lassen.

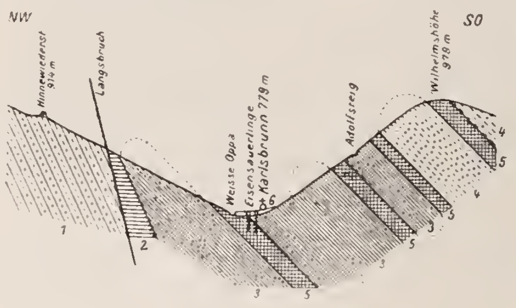


Fig. 2.

Außerdem ist der Phyllit zu zahlreichen bald größeren, bald kleineren Spezialsätteln und -Mulden gequetscht.

An den östlichen Gehängen des Hinnewiedersteins erscheinen die Phyllite hellgrau, an den Schieferungsflächen von Sericit und Chloritoid bedeckt; in ihrem Liegenden grenzen dieselben an den paläontologisch scharf charakterisierten unterdevonischen Quarzit, der jedoch hier nur eine beschränkte Mächtigkeit besitzt. Dieser letztere liegt seinerseits unmittelbar auf jenem Chloritgneis, welcher am Hinnewiederstein als eine großblockige, wild zerklüftete Felsmasse zutage ansteht. Zwischen dem präcambrischen Chloritgneis und dem unterdevonischen Quarzit liegt eine große geologische Diskordanz, worauf wir weiter unten näher eingehen werden.

Der geschilderte mächtige Phyllitkomplex wird von der Talsohle bis zum Langenkamm von zahlreichen Lagergängen des Diabasporphyrit (Varietät Uralitporphyrit) durchsetzt, welcher z. T. in körnigen Diabas übergeht. Gewöhnlich an den Salbändern zeigt der Uralitporphyrit eine 1,0 m und darüber mächtige feinkörnige Verdichtung zu Uralitdiabas als endomorphe Kontaktzone gegen den umschließenden Phyllit.

Am Gehänge des Hinnewiedersteins gegen Karlsbrunn wurde bisher kein solcher Lagergang gefunden, dagegen begegnen wir einem solchen am linken Ufer der Oppa nächst dem Lothringerhause, wo Verf. an den Uferböschungen einen mächtigen Uralitdiabasporphyritgang zutage anstehend fand; derselbe besteht hier aus einer stark polyedrisch zerklüfteten Gesteinsmasse; seine Breite an der Bachsohle beträgt 50 m, das Streichen ist nach 5^h, das Verflächen nach 11^h orientiert. Auch am rechten Oppaufer steht dieser wichtige Gang an, weiterhin aber verschwindet derselbe unter den quartären Ablagerungen des kleinen Talbeckens von Karlsbrunn.

Derselbe Lagergang war auch in einem kleinen Steinbruch unter der Karlsbrunner Brettsäge Gegenstand der Mauersteingewinnung, welcher beim Bau des Lothringerhauses (1910) ausgiebig erweitert und dabei unser Gang auf 30 m Breite lehrreich bloßgelegt worden war. Bei dem gedachten Abbau hat man den Ganginhalt genau kennen gelernt, bei welcher Gelegenheit der Verf. außer der oben erwähnten Salband-Modifikation am Liegenden des Ganges im Phyllit exomorphe Kontaktgebilde der kaustischen und pneumatolytischen Kontaktmetamorphose gefunden hat, und zwar entkohlten und gebleichten Phyllit, gebleichten und kaolinisierten Spilosit, als auch Adinole. Das ganze Vorkommen hat Verf. einer eingehenden mikroskopisch-optischen Untersuchung an Dünnschliffen unterworfen und die Ergebnisse seinerzeit veröffentlicht (wie bereits eingangs zitiert). Leider wurde seither der schöne natürliche Aufschluß am linken Hochufer der Oppa beim Bau des Lothringerhauses durch Stützmauern verbaut, so daß davon heute nur wenig mehr zu sehen ist. — In derselben Schichtenlinie gegen SW liegt jener Lagergang von Uralitporphyrit, welcher bei der Straßenkreuzung unterhalb Hubertskirch einsetzt und gegen den Grätzberg weiterstreicht, wo derselbe mit der neuen „Schäfereistraße" angehauen und in lehrreicher Weise aufgeschlossen wurde.

Weitere Gänge von Uralitporphyrit in der nächsten Umgebung von Karlsbrunn — welche auch in den Kreuzriß Fig. 2 hineinfallen — fand Verf. an den westlichen Gehängen des Langenkammes, und zwar einen mächtigen derartigen Lagergang unterhalb des sog. „Adolfsteiges" versteckt im Walde, bezeichnet durch zutage liegendes Gerölle von Uralitporphyrit, ockrige Ausbisse davon, sowie ausgebreitete Blockhalden desselben Gesteins. Das Liegende und Hangende bildet schwarzgrauer, stark glänzender Phyllit.

Oberhalb des „Adolfsteiges" kommt mitten im Walde ein dritter, aber schwacher Lagergang von Uralitdiabasporphyrit vor, der in phyllitähnlichen kohligen Tonschiefer hineingepreßt wurde; auch dieser ist durch schottrige Ausbisse in der Walderde, sowie durch ansehnliche Blockhalden des gedachten Intrusivgesteins kenntlich gemacht.

Endlich hat Verf. einen vierten Lagergang eines ähnlichen Diabasporphyrits am Scheitel des Langenkammes gefunden, welcher durch gleiche Merkmale am Tage erkennbar ist, wie die Gänge nächst dem Adolfsteige. Es muß jedoch bemerkt werden, daß den drei letztgenannten Gängen am Langenkamm eine untergeordnete Bedeutung zukommt gegenüber dem mächtigen Gange am Lothringerhause, dem der Aufschluß in großer Teufe durch das Oppatal zugute kommt. Es ist wohl nicht ausgeschlossen, daß sich auch die Gänge am Langenkamm nach der Teufe ermächtigen und eine größere streichende Länge erlangen.

Einen besonders wichtigen Lagergang von Uralitporphyrit hat der Verf. auf der Kupfergrube zu Ludwigsthal am rechten Oppagehänge festgestellt, welcher auch hier dem dunklen Phyllit nebst untergeordneten lichten Chloritoidschiefern eingeschaltet ist. Der Phyllit lagert seinerseits auf dem unterdevonischen Quarzitzuge, der im nächsten Liegenden vorbeistreicht.

Bezüglich der in der weiteren Umgebung von Karlsbrunn vorkommenden zahlreichen Lagergänge von Uralitporphyrit und Uralitdiabas sei hiermit auf den oben angezogenen Artikel in der Zeitschr. d. mähr. Landesmuseums p. 74 hingewiesen.

Nach Maßgabe der oben mitgeteilten Orientierung des mächtigen Lagerganges von Uralitporphyrit beim Lothringerhaus ist es zweifellos, daß derselbe den eigentlichen Untergrund unterhalb der Quartärbedeckung in dem kleinen Talbecken von Karlsbrunn bildet, und zwar in derjenigen Gemarkung, wo die Eisensäuerlinge zutage treten, indem sie das Intrusivgestein auf seinen zahllosen Klüften direkt durchfließen und wobei sie sich mit dem vorherrschenden Calcium-, Magnesium- und Ferrohydrocarbonat aus dem Diabasporphyrit beladen. Es liegt in diesem Falle in quellengenetischer Beziehung ein Schulbeispiel vor. Außerdem ist es wahrscheinlich, daß sich dem Hauptgange noch schwächere Parallelgänge im Talboden unsichtbar einschalten, weil durch quartäre Absätze verdeckt.

Die Bruchlinien an der Weißen Oppa.

Durch die neuen Straßenbaue Karlsbrunn—Gabel und die sog. Automobilstraße Mohrauer Straßenkreuz—Schäferei (am Peterstein 1446 m) hat Verf. einen näheren und sicheren Einblick in die geologischen Verhältnisse des Oppatales in der weiteren Umgebung von Karlsbrunn gewonnen. Insbesondere brachte die Schäfereistraße wertvolle Aufschlüsse, und zwar hat sie das folgende Profil enthüllt: In den herrschenden schwarzgrauen Phylliten des Unterdevon ist zunächst am Nordgehänge des Grätzberges (wie bereits oben erwähnt) ein Lagergang von Uralitdiabasporphyrit, sodann weiterhin ein schwaches Quarzitlager entblößt worden. Im Liegenden ist eine stark sericitische Modifikation der Phyllite verbreitet: in der gegen West folgenden Bergmulde brechen

hellgrüne Chloritoidschiefer ein, welche weiter westlich abermals herrschenden graphitischen Phylliten Platz machen. An der Hohen Fallehne und den „Schottersteinen" (1221 m) ist ein ungeheuer mächtiger stehender Sattel von unterdevonischem Quarzit und sericitischem Quarzitschiefer angehauen worden, welcher fast die ganze Bergmasse der „Schottersteine" beherrscht; die durchbrochene Mächtigkeit beträgt beiläufig 800 m. Noch weiter gegen Westen folgen abermals graphitische Phyllite, nachher wieder ein schwächeres Lager des unterdevonischen Quarzits, welcher diskordant der Chloritgneismasse vom Peterstein und der dortigen Schäferei auflagert.

Aus den angestellten Beobachtungen und Feststellungen ergibt sich jedoch die hochwichtige Tatsache, daß die soeben geschilderte unterdevonische Gesteinsreihe von dem rechten auf das linke Talgehänge der oberen Oppa nicht übersetzt, sondern hier durch eine große Bruchlinie abgeschnitten wird, dergestalt, daß jenseits der Oppa von den ungeheuren Quarzitmassen der Schottersteine, sowie von den mannigfaltigen Phylliten keine Spur zu finden ist, vielmehr sind jenseitig, speziell an der Oppa selbst, am Hinnewiederstein und Rolandstein, am Leierberg und Raubschützenfels nur Chloritgneise und andere untergeordnete Glieder der Chloritgneisgruppe vertreten, die wir bereits oben kennen gelernt haben; sie verbreiten sich daselbst bis in das Tal der Mitteloppa bei Gabel und Buchbergsthal.

Die obere Weiße Oppa hat sich demzufolge ihr Bett längs der gedachten großen Bruchlinie gegraben. Letztere ist als ein Querbruch qualifiziert, der allgemein nach 6^h orientiert erscheint und den Kontakt präcambrischer Chloritgneis — unterdevonischer Quarzit 3750 m in das Liegende verwirft. (Siehe die dicken Bruchlinien des Kärtchens.) Legen wir dieser großartigen Verwerfung einen Quersprung zugrunde, also das Verflächen des Verwerfers gegen S (oder 12^h) gerichtet wäre, demzufolge die Hangendschichten, in diesem Falle der ganze Phyllitkomplex daran abgesunken ist, wobei die Schichten dem allgemeinen Verflächen gegen SO (oder 9^h) entgegen, 3750 m nach rückwärts oder in das Liegende bewegt wurden.

Dieser Querverwerfung folgt von Hubertskirch talabwärts ein Längsbruch, an welchem die Chloritgneisformation gegen die Phyllitformation diagonal abschneidet. Wie bereits oben erwähnt, liegt zwischen dem Chloritgneis am Hinnewiederstein und am Rolandstein gegen den unterdevonischen Quarzit eine große geologische Diskordanz, ausgedrückt durch einen Längsbruch, der allgemein nach $4^h\,0^0$ streicht. Wenn auch die Oppa diesem Längsbruch nicht genau folgt (wie das Kärtchen zeigt), so ist die Abhängigkeit von dieser tektonischen Linie unverkennbar; insbesondere gilt dies zweifellos von dem Oppalaufe vom Südeingange

von Ludwigsthal bis ungefähr zur dortigen Kirche, in welcher Strecke unsere Bruchlinie knapp oberhalb dem rechtsseitigen Gehängefuße hinläuft, mittenorts aber auf das linksseitige Gehänge übersetzt. An dieser Bruchlinie stoßen sowohl die Schichten des Chloritgneises, als auch diejenigen des Quarzit und Phyllit unter spitzem Winkel ab (wie die Schraffen des Kärtchens schematisch andeuten), und zwar ist das allgemeine Streichen der gedachten Schichten durchschnittlich $3^h\,0^0$, während die in Rede stehende Störungslinie allgemein $4^h\,0^0$ streicht und vermutlich nach $10^h\,0^0$ verflächt. Beide Bruchlinien werden hier zum ersten Male in der Literatur erwähnt. Wir erkennen daraus, daß das obere Oppatal in ausgezeichneter Weise ein tektonisches Tal vorstellt, das sich längs der gedachten Bruchspalten eingeschnitten hat.

Was nun die dritte Bruchlinie, d. h. die Längsstörung bei der Schäferei und am Peterstein betrifft, so treffen wir hier wohl den Kontakt präcambrischen Chloritgneis und unterdevonischen Quarzit wieder, welcher am Scheitel des Haidenzuges weiterhin gegen SW am Maiberg (1381 m), Hirschkamm (1366 m), Schieferhaide (1355 m), am Backofen (1312 m), Hörndelstein und Verlornesteine (1155 m) zu verfolgen ist. Diese Gesteinsscheide täuscht nach mehrfacher Richtung einen konkordanten Anschluß vor, dessenungeachtet müssen wir auch hier in Übereinstimmung mit gleichen geologischen Gründen dieselbe große geologische Diskordanz zugrunde legen, wie sich das bezüglich der Strecke Ludwigsthal—Karlsbrunn aus den Beobachtungen mit Sicherheit ergeben hat, und in der Tat hat Verf. auch auf dem Haidenzuge eine alte Abrasionsfläche, unterbrochen durch Längs- und Querbrüche, schon früher festgestellt; so z. B. in der Berglandschaft um Rudelsdorf und Rabenseifen (Hasengründel)[1].

Damit im Zusammenhange wollen wir noch auf jene Parallelstörung am gegenüberliegenden Flügel der Chloritgneisformation hinweisen, längs welcher sich die Mitteloppa auf ihrem Laufe von der Königskuppe (1169 m) über Gabel bis zur Buchbergsthaler Drathhütte ihr Tal ausgewaschen hat. Hier schneiden die Gesteine der Chloritgneisformation der nordwestlichen Flanke an dem Randbruche der grobkristallinen Orthogneise der Hirschwiesen- und Urlichberggruppe (1205 m) dergestalt ab, daß die Abhängigkeit der Richtung der Mitteloppa von diesem Kontakt unverkennbar erscheint. An der gedachten Randspalte entspringen jedoch keine Mineralquellen.

An demselben Randbruch der Urlichberggruppe schneidet ferner die Phyllitmulde vom kleinen Seeberg (1194 m), sowie auch die Chloritgneise des Waldenburger Sattels ab, und zwar durch die Querstörung Gabelkreuz—Waldenburger Brettsäge, längs welcher sich die Biela ihr Bett gegraben hat. Wir sehen daraus, in

---

[1] Zöptauer Dioritgn.- u. Gabbroamph.-Massiv. l. c. p. 169.

welch hohem Grade die Talbildung in dem zentralen Teile des Hochgesenkes durch die geotektonische Grundanlage vorgezeichnet war.

Prof. F. Becke hat bekanntlich im Hochgesenke eine große, nach SO—NW orientierte Störungslinie beschrieben und gezeichnet[1], „welche sich von Waldenburg über Gabel nach Karlsbrunn erstreckt und welche die jüngeren Phyllite und Schiefer des Altvatergebirgsstockes von den älteren Gneisen der Urlichberggruppe trennt“. Auch Verf. war Becke darin im guten Glauben gefolgt. Eine solche Störungslinie existiert in der Strecke Gabel—Karlsbrunn nicht, davon ist dort keine Spur zu sehen, es fehlen alle Anhaltspunkte, vielmehr die Gesteine der Chloritgneiszone in dem Gebiet westlich Karlsbrunn, auch nordwestlich und nordöstlich davon über Ludwigsthal bis in die Gegend von Buchbergsthal ungestört fortsetzen. Es liegt in diesem Falle sicher ein unliebsamer Irrtum vor, der hiermit berichtigt wird. Der übrige Teil der von Becke angegebenen Bruchlinie Gabel—Waldenburg folgt der Biela und Mitteloppa, wie dies oben auseinandergesetzt wurde.

Der oben geschilderte große Querbruch und der Längsbruch an der Weißen Oppa kreuzen sich nächst dem Talboden von Karlsbrunn dort, wo in der Nähe die Eisensäuerlinge zutage treten (siehe Kärtchen). Beide Bruchlinien vermitteln die tiefgründige Verbindung mit dem Erdinnern und erleichtern auf diese Weise den Zutritt des Grundwassers in die Tiefe. Die vadosen Quellwässer sinken auf den gedachten Bruchspalten in solche Teufen, wo die Absorption großer Mengen Kohlensäure stattfindet und auf diese Weise mit einem höheren Lösungsvermögen ausgestattet den dortigen Lagergang von Uralitdiabasporphyrit im Untergrunde durchströmen und als Eisensäuerlinge an der Stelle tiefster Talerosion, das ist in dem alten Bachbett der Oppa, zutage treten. Das ist der Mechanismus der Karlsbrunner Mineralquellen. Die bedeutenderen Emanationen von Kohlensäure, wie sie von diesen Eisensäuerlingen tagtäglich zur Erdoberfläche befördert werden, erscheinen als ein entfernter, aber fortdauernder Nachklang jener eruptiven Tätigkeit, welche in der Devonzeit zur Intrusion des Diabasporphyrits geführt hat.

Die niedrige Temperatur unserer Eisensäuerlinge enthält einen Hinweis darauf, daß sie nur aus geringer Teufe emporsteigen, denn die Temperatur derselben von 8—9° C übersteigt nur in geringem Maße die mittlere Jahres-(Luft-)Temperatur von Karlsbrunn = 7—8° C. Legen wir für das Hochgesenke als geothermische Tiefenstufe 40 m zugrunde, so dürfte die Absorption der juvenilen Kohlensäure durch die Quellwässer in der Teufe von ungefähr 80—100 m erfolgen, von wo diese durch den Gasdruck aufwärts bis zur Tagesoberfläche emporgetrieben werden.

[1] Bericht über den geol. Bau des Hochgesenkes. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. 101. 1. März 1892. p. 287 u. 296.

Die quartären Ablagerungen im Talboden von Karlsbrunn.

Diese bestehen aus folgenden Gliedern:

1. Zu oberst und rechts des alten Oppabettes auf der sog. Moorwiese sogleich unter dem Rasen ein Torfmoorlager.
2. Unter dem Torfmoor lagert zu unterst als wassertragende Schicht blaugrauer Letten.
3. Am linken Ufer der alten Oppa und in dem alten Bachbett selbst Absätze eines Steinstromes, bestehend aus riesigen Quarzblöcken, eingebettet in das Zerreibsel aller übrigen Gesteine an der oberen Oppa.
4. Flußschotter unter 2. und 3. auf der Talsohle ausgebreitet.
5. Moränenschutt, auf der Talsohle und in den Auskolkungen, sowie am Gehängefuß lagernd.

Wir wollen die angeführten Ablagerungen einzeln näher beleuchten:

Ad 5. Der Moränenschutt erreicht stellenweise eine Mächtigkeit von 5—6 m und darüber und besteht aus kantigen Blöcken. Scherben und Splittern aller im Gebiete vorkommenden Gesteine, deren Zwischenräume durch das Zerreibsel derselben ausgefüllt wird; darin liegen 0,5 bis 1,0 m^3 große, scharfkantige Blöcke von Uralitporphyrit und Quarzit.

Ad 4. Der Flußschotter besteht aus wohlgerundeten Geröllen und Geschieben derselben Gesteine, worin wir im Gegensatz zum Moränenschutt einen fluvioglazialen Absatz erkennen.

Ad 3. Der gedachte Steinstrom ist, nach dem Material zu schließen, von der „Hohen Fallehne“ und den „Schottersteinen“ herabgeflossen und hat sich im Oppatal festgesetzt, sein Weg ist bezeichnet durch eine große Menge umherliegender 3—8 m^3 großer Quarzitblöcke, welche über einen großen Teil der Talsohle verstreut erscheinen. Die Mächtigkeit dieser Trümmermassen auf dem anstehenden Gestein beträgt 6, 8 bis 10 m und in den Auskolkungen noch darüber. Das übrige Material besteht aus kantigen Scherben und Splittern des Quarzit nebst wenig Phyllit, während die Zwischenräume durch Grus und Sand und das Zerreibsel derselben Gesteine ausgefüllt werden. Diese interessanten, unter Mitwirkung des Eises geförderten Schuttmassen lassen sich oppaabwärts über Hubertskirch bis Karlsbrunn verfolgen, wo wir die Blockhalden von Quarzit bis zum Schlackenhause und der Wilhelmsquelle noch heute vorfinden, obwohl der größte Teil seither durch Menschenhand für verschiedene Zwecke abgeräumt wurde. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Bergstürze den ersten Anlaß zu dieser Bildung gegeben haben. Bloßer Gehängeschutt-Transport ist es für keinen Fall. Wahrscheinlich ist, daß unsere merkwürdige Wandermoräne bis zum unteren Ende von Karlsbrunn reichte, wo dieselbe gleichsam einen Staudamm bildete, unter dessen Schutze das Torfmoor auf der Moorwiese allmählich gewachsen ist.

Ad 2. Die wasserabsorbierende Lettenschicht unter dem Moor besitzt eine wechselnde Mächtigkeit von 0,2 bis 0,5 m, ist also nur schwach und findet sich bloß unter dem Moorlager.

Ad 1. Zuletzt kommt das Beste, und zwar das Torfmoorlager, das für unseren Kurort einen wichtigen Heilfaktor bildet; dasselbe ist wesentlich aus *Calluna vulgaris* und *Erica tetralis* und aus *Sphagnum*-Arten entstanden; es lagert rechts der alten Oppa, demzufolge die Eisensäuerlinge am Rande des Moorlagers zutage treten, seine Flächenausdehnung beträgt 4,0 ha, die Mächtigkeit schwankt von 0,5 bis 2,0 m. Eine Mineralisierung des Moores durch empordrückende Eisensäuerlinge ähnlich wie in dem Mineralmoor von Franzensbad ist hier in Karlsbrunn nicht zu beobachten. Desseungeachtet hat unser reines Hochgebirgsmoor, zu Moorbädern verwendet, sehr gute Heilerfolge aufzuweisen.

Zu diesem Zwecke wird das Moor in Gruben ausgestochen und in einem großen Schopfen in Halden der Verwitterung über den Winter ausgesetzt, sodann nochmals gereinigt und gesiebt und schließlich in den Dampfführwerken mit dem Mineralwasser gut angerührt und endlich in die fahrbaren Moorwannen zum Kurgebrauche fertig abgelassen.

Die oben sub 3. und 5. angeführten losen Schutt- und Trümmermassen des Quartärs lassen durch ihre Zusammensetzung und die Art und Weise ihrer Ablagerung deutlich erkennen, daß sie unter Mitwirkung des Eises zustande gekommen sind, demzufolge sie als untrügliche Zeugen der einstigen Vergletscherung des Hochgesenkes erscheinen, wenn auch die Auffindung von gekritzten Glazialgeschieben bisher nicht gelungen ist, weil der Quarzit zu hart, der Phyllit zu weich ist. Es ist daher zweifellos, daß die unter 3. und 5. zusammengefaßten Diluvialgebilde der diluvialen Schnee- und Eiszeit, speziell der jüngsten Phase derselben (der sog. Würmeiszeit) angehören, während das Moorlager dem Postglazial zugerechnet werden muß.

Auch unterhalb Karlsbrunn ist das Oppatal mit ähnlichen Schuttmassen und Gesteinsblöcken erfüllt, so z. B. zwischen der sog. „Großen“ und „Kleinen Wiese“, sowie oberhalb dem ersten Sägewerk vor Ludwigsthal. Hier bildeten früher diese einstigen Endmöränen förmliche Querriegel, welche das Oppatal gleich Staudämmen absperrten, bis sich die Oppawässer durch Tiefereinschneiden Abfluß verschafften.

Zusammenfassung.

1. Auf einem mächtigen Komplex von präcambrischem Chloritgneis ruht eine ausgebreitete Gesteinszone des Unterdevons, bestehend aus Quarzit, vorherrschendem Phyllit nebst Chloritoidschiefer, welche von Lagergängen des Uralitdiabasporphyrit durchtrümert wird.

2. Die Grenzfläche zwischen Präcambrium und Unterdevon ist eine alte Abrasionsfläche, die außerdem vielfach durch Quer- und Längsbrüche gestört erscheint.

3. Die Karlsbrunner Eisensäuerlinge treten im Tale der Weißen Oppa dort zutage, wo sich der große Querbruch der oberen Oppa mit dem Längsbruch kreuzt, und durchfließen vor ihrem Austritt einen mächtigen Lagergang von Uralitdiabasporphyrit. Im Talbecken von Karlsbrunn lagert auf den Schichtenköpfen der Phyllitzone glaziales Diluvium, auf welchen zuletzt ein Hochmoorlager gewachsen ist.

Neue Proetus-Arten aus dem Eifler Mitteldevon.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von **Rud.** und **E. Richter** im Felde und in Frankfurt a. M. (Juli 1917).

Mit 5 Textfiguren.

Über neue *Proetus*-Arten läßt sich nur wenig Befriedigendes aussagen, solange sie nur in losen Panzerteilen zum Vorschein gekommen sind, und über manche eigenartige Form des deutschen Devons müssen wir uns noch Zurückhaltung auferlegen. In der Eifel haben uns aber neue Schürfe[1] in den Stand gesetzt, einige bemerkenswerte Arten dieser als so spröde geltenden Gattung im Zusammenhang der Teile so genau kennen zu lernen, daß sie nunmehr schon in kleinen Bruchstücken artlich bestimmbar geworden sind und als Hilfsmittel der Kartierung Beachtung verdienen. Schon heute kann *Proetus (Euproetus) cultrijugati* n. sp. als ein durch seine Kurzlebigkeit und verhältnismäßige Häufigkeit willkommenes Leitfossil der Eifler *Cultrijugatus*-Stufe bezeichnet werden. Für die jüngeren Bildungen des Devons versprechen die anderen hier bekanntgegebenen Arten das gleiche; auch von ihnen ist das Hauptlager bekannt, wenn es auch über die genauen Zeitpunkte ihres Erscheinens und Aussterbens noch weiterer Erkundung bedarf, um sie für die dem Abschluß nahen Stratigraphie der rheinischen Trilobiten gebührend auszuwerten.

1. *Proetus (Euproetus) cultrijugati* n. sp. Fig. 1a—c.

1843. *Gerastos granulosus* Goldfuss (ex parte). N. Jahrb. f. Min. etc. p. 558. Taf. IV Fig. 4a—c. (Non autorum!)

Kopf. Umriß wenig länger als ein Halbkreis (Länge etwas größer als die halbe Breite). Saum mäßig gepolstert. Seine innere Hälfte ist eben und glatt, die äußere mit dicht gestellten Streifen bedeckt. Die Glatze quillt stark über den Saum; ihre Länge ist

[1] Dabei sind auch einige merkwürdige, zwischen *Proetus* und *Tropidocoryphe* vermittelnde neue Arten aufgefunden worden.

etwas größer als die Breite (6 : 5). Nackenläppchen vorhanden. Naht vor den Augen wenig ausladend, hinter den Augen nahe an der Rückenfurche laufend. Augen groß, nahezu in der Mitte des Schildes stehend. Freie Wange mit kielartiger Kante um die Augen; stets in eine Spitze ausgezogen.

Rumpfringe ohne Mittelknoten.

Schwanz. Querschnitt siehe Skizze, Fig. 1c. Umriß ziemlich lang (Länge größer als die halbe Breite); hinten abgestutzt. Saum fehlt; höchstens ist er dadurch angedeutet, daß sich die innere Umschlaggrenze durchdrückt und die Schrägfurchen an ihr absetzen. 7 Spindelringe (+ Endwulst), ohne Mittelknoten. 4 Rippen immer deutlich, meist aber 5 und mehr; fast bis an den Rand des Schildes auslaufend. Naht- und Schrägfurchen annähernd gleichmäßig, und zwar als scharfe Kerben, ausgebildet. Vorder- und Hinterband stehen also im Gleichgewicht und werden nicht klar zu Rippen zusammengefaßt.

Schale. Glatze über ihre ganze Länge mit warzig-unregelmäßigen Körnern sehr dicht bedeckt. Wange nur auf der Augenkante gekörnelt, sonst fein gegrieselt. Spindelringe des Schwanzes grob, Rippen fein gekörnelt.

Wesentliche Abänderungen in der Körnelung, geschweige im übrigen Körperbau, wurden trotz der großen Zahl der untersuchten Tiere nicht beobachtet.

Die Beziehungen zu *P. (E.) Cuvieri* var. *granulosa* siehe bei diesem. Der ebenfalls sehr grob gekörnelte *P. (E.) margaritaceus* Gürich (Poln. Mittelgeb. Taf. XV Fig. 3) aus dem unteren Mitteldevon Polens schließt sich durch seine plumpe, breite Glatze, den stark gepolsterten Saum, die runden Wangenecken und das Fehlen der Nackenläppchen nicht an *P. (E.) cultrijugati*, sondern an *P. (E.) Cuvieri* an.

Benennung. Nachdem diese Art einmal erkannt war, wurde es uns klar, daß schon Goldfuss 1843 ein ihr zugehöriges Tier in der Hand hatte und es als *Gerastos granulosus* auf Taf. IV Fig. 4 a—c im allgemeinen zutreffend abbildete. Indessen vereinigte er in dieser Spezies die Art der *Cultrijugatus*-Stufe mit der gekörnelten Spielart der in jüngeren Bildungen häufigen Art *P. (E.) Cuvieri* Stein. und stellte diesem vermeintlich einheitlichen Artbegriff die glatte Spielart des letzteren als *Gerastos laevigatus* gegenüber. Die drei auf einem Klötzchen aufgeklebten, artlich verschiedenen Typen und Cotypen von Goldfuss, die uns durch die Güte des Herrn Geheimrat Steinmann aus dem Bonner Institut vorlagen, zeigen ihrerseits diese Uneinheitlichkeit des ursprünglichen Begriffes *G. granulosus* Goldf. In der Folge wurde diese Bezeichnung, da der *Proetus* der *Cultrijugatus*-Stufe nicht mehr aufgefunden und vergessen wurde, praktisch dadurch eindeutig, daß sie von den Autoren in der Form *P. Cuvieri* Stein. var. *granulosa* Goldf. nur noch für die *Cuvieri*-Spielart angewendet wurde. Bei diesem Ge-

brauch hat es also zu bleiben und die oben beschriebene Art ist neu zu benennen.

Vorkommen: Auf die *Cultrijugatus*-Stufe beschränkt, in dieser aber durch die Prümer und Gerolsteiner Mulde verbreitet.

2. *Proetus (Euproetus) Cuvieri* Stein. var. *granulosa* Goldf.
Fig. 2 a—c.

1843. *Gerastos granulosus* Goldfuss (ex parte). N. Jahrb. f. Min. etc. p. 558, non Taf. IV Fig. 4 a—c.

1909. *Proetus Cuvieri* Stein. var. *granulosa* Goldf. Rud. Richter, Beitr. z. Kenntn. dev. Tril. a. d. Rhein. Schiefergeb. p. 9 (daselbst weitere Literatur).

1909. *Proetus Cuvieri* Stein. var. *granulosa* Goldf. Gürich, Leitfossilien. 2. p. 153.

Zum Vergleich mit den übrigen Arten und namentlich der vorigen sei diese Spielart von *P. (E.) Cuvieri* hier gegenübergestellt und neu gekennzeichnet.

Kopf. Umriß flach, nur ein Halbkreis (Länge = halbe Breite). Saum walzenförmig gerundet, dick aufgepolstert; seine ganze Oberfläche fast bis an die Saumfurche heran mit weitgestellten Streifen bedeckt. Die Glatze quillt über den Saum; ihre Länge ist der größten Breite gleich (oder nur unwesentlich größer). Nackenläppchen nicht vorhanden. (Die Enden des Nackenringes schwellen etwas an und verbreitern sich nach vorn, sind aber nie abgetrennt. Denn statt eines hinteren Gabelastes der Nackenfurche ist nur eine unbestimmte Eindellung vorhanden). Naht (aber vorn noch weniger ausladend) und Auge wie bei *P. (E.) cultrijugati*. Freie Wange mit kielartiger Kante um das Auge; nur bei kleineren Tieren in eine schwache Spitze ausgezogen, die sich bei zunehmender Größe abrundet.

Rumpfringe ohne Mittelknoten.

Schwanz. Querschnitt siehe Skizze. Fig. 2 c. Umriß breit (Länge — ohne Gelenkschuppe — kürzer als die halbe Breite). Saum höchstens durch das Aufhören der Berippung abgesondert; er setzt die Flanken ohne Unterbrechung oder Knick nach außen fort. 7 Spindelringe (+ Endwulst), ohne Mittelknoten. 4 Rippen deutlich, bis an den „Saum" reichend, bei kleineren Tieren auch auf diesen hinaus fortsetzend. Naht- und Schrägfurchen annähernd gleichmäßig, und zwar als feine, wenn auch bestimmte Kerben ausgebildet. Vorder- und Hinterband stehen also im Gleichgewicht und werden nicht klar zu Rippen zusammengefaßt.

Schalenschmuck und Spielartbildung. Seltener (und nur bei kleineren Tieren) ist die Glatze über ihre ganze Länge gekörnelt; vorn verschwindet die Körnelung meistens. Körnchen regelmäßig-gerundet, lockerer als bei voriger Art. Wange auf der Augenkante gekörnelt. Alle Übergänge zur glatten var. *laevigata* Goldf. Der Schwanz ist jedoch stets glatt, auch bei Tieren mit stark gekörneltem Kopf.

Diese starke Abänderung im Schalenschmuck fällt gegenüber den anderen hier genannten Arten auf, bei denen die Verzierungen der Schale sehr beständige Merkmale darstellen. *P. (E.) Cuvieri* erinnert darin an die lebende Landassel *Oniscus asellus* L.; bei der die Körnelung auch der Erwachsenen in ziemlich großen Grenzen variiert[1]. Bei dieser sind es die Männchen, bei denen die Körnelung auf dem Scheitel gern verschwindet. Womöglich drückt vermehrtes Material die beiden *Cuvieri*-Formen, nachdem sie von Arten zu Varietäten gesunken sind, noch auf den Wert von Varianten hinab.

Beziehungen. Die in den Bauverhältnissen des Kopfes nahestehende Art *P. (E.) margaritaceus* Gürich (s. o.) unterscheidet sich durch die noch lockerere, aber bis vorn anhaltende und aus starken Perlen bestehende Körnelung der Glatze, die Körnelung der Augendeckel und die gedrängte Körnelung der Augenkante.

Vorkommen. In der Eifel ist als sicheres Lager bisher nur die obere *Calceola*-Stufe nachgewiesen. Von Belgien liegen Stücke aus dem Couvinien supérieur, niveau moyen, Co 2, vor.

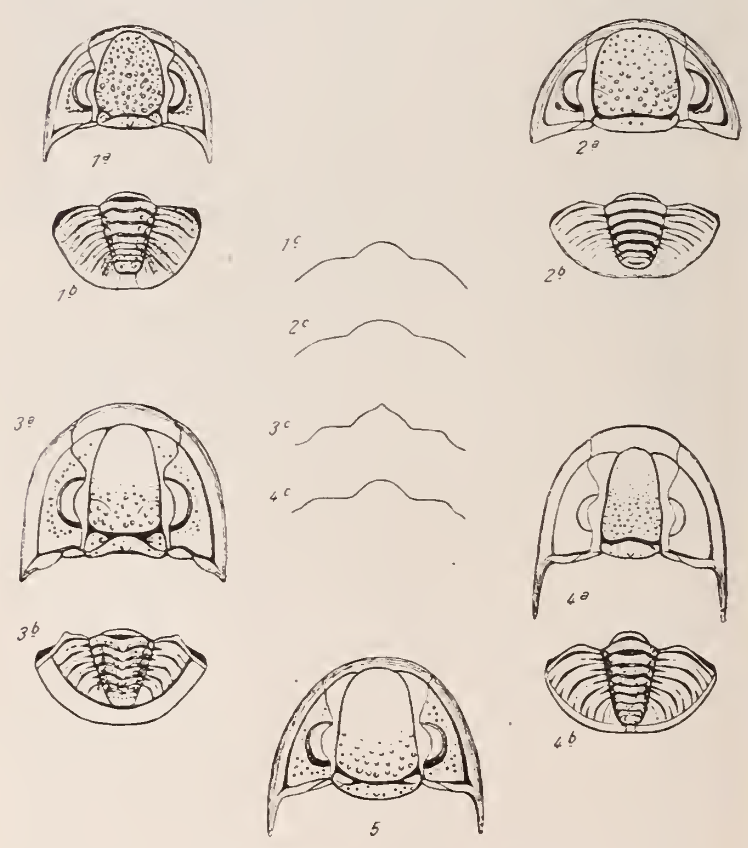
3. ***Proetus (Euproetus) chamaeleo*** n. sp. Fig. 3 a—c.

Kopf. Umriß sehr hochbogig (Länge erheblich größer als die halbe Breite). Saum kräftig gepolstert, aber nicht gleichmäßig-walzig gerundet. Vielmehr ist die innere Hälfte abgeplattet und glatt; die äußere Hälfte ist gewölbt und trägt enggestellte Streifen. Die Glatze quillt nur wenig über den Saum; ihre Länge ist erheblich größer als die Breite (5 : 3). Die Nackenläppchen sind stark entwickelt, scharf abgetrennt, durch ihre Aufblähung und den Schmuck mit 2—3 großen Warzen ansehnlich. Die beiden durch das Nackenläppchen getrennten Äste der Nackenfurche sind gleichtief, der hintere Ast endet aber auch bei dieser Art kurz vor der Rückenfurche blind. Nackenring (einschließlich der Nackenläppchen) an den Enden breiter als in der Mitte. Naht hinter dem Auge und ebenso am vorderen Augeneck hart an die Rückenfurche angepreßt; vom vorderen Augeneck an ladet sie nach vorn in einem kräftig gekrümmten, konvexen Bogen (an *Dechenella* erinnernd) aus. Augen mittelgroß, nach hinten gerückt. Freie Wangen gebläht, ohne Augenkante. Augenfurche aber vorhanden. Hintersaum gewellt. Wangeneck in ein stumpf-zugespitztes Ohr auslaufend.

Die Rumpfringe tragen auf ihrer Mitte einen kräftigen, zugespitzten und mit der Spitze nach hinten gerichteten Knoten (daher der Artname *chamaeleo*), der anscheinend auf den letzten Rumpfgliedern seine größte Entwicklung erreicht.

[1] K. W. Verhoeff, Über Isopoden. 15. Aufsatz. Archiv f. Biontologie. **2**. Berlin 1908—1909. p. 334. — W. Gräve, Die in der Umgebung von Bonn vorkommenden landbewohnenden Crustaceen usw. Verh. d. Naturhist. Ver. **70**. Bonn 1914. p. 197.

Schwanz. Querschnitt siehe Skizze, Fig. 3 c. Umriß breit (Länge — ohne Gelenkschuppe — kleiner als die halbe Breite). Saum durch eine Furche und durch Abknickung deutlich abgesetzt, breit, mit mäßiger Aufwölbung. 7 Spindelringe (+ Endwulst), mit Mittelknoten, welche die hohe und zusammengedrückte Spindel scharf gekielt erscheinen lassen. Flanken stark gewölbt. 4 kurze Rippen deutlich; sie erscheinen klar als Rippen, da sie durch tiefe Schrägfurchen getrennt werden, während die Nahtfurchen nur fein angedeutet sind.



Erklärung zu den Textfig. 1—5.

Fig. 1 a—c. *Proetus (Euproetus) cultrijugati* n. sp.
„ 2 a—c. „ „ *Cuvieri* Stein. var. *granulosa* Goldf.
„ 3 a—c. „ „ *chamaeleo* n. sp.
„ 4 a—c. „ „ *tenuimargo* Rud. Richter.
„ 5. „ „ *Dohmi* n. sp.

Sämtliche Figuren etwa $\frac{2}{1}$ der nat. Größe.

a = Kopf. b = Schwanz, c = Querschnitt des Schwanzes.

Schale. Glatze hinten mit kräftigen, zugespitzten, nach hinten gerichteten Körnern bedeckt; vorn glatt. Wangen zerstreut überkörnelt. Spindelringe deutlich gekörnelt, Schwanzrippen glatt.

Vorkommen. Obere *Calceola*-Stufe der Gerolsteiner und Hillesheimer Mulde. In der Regel ohne Begleitung anderer *Proetus*-Arten vorkommend. Zwei Stücke stammen angeblich von den Geeser Trilobitenfeldern, wo wir selbst die Art noch nicht beobachten konnten.

4. ***Proetus (Euproetus) tenuimargo*** **Rud. Richter.** Fig. 4 a—c.

1846. *Proetus cornutus* Beyrich, Untersuchungen. p. 28. Taf. III Fig. 9 non *Pr. cornutus* Goldfuss!).

1909. *Proetus tenuimargo* Rud. Richter. a. a. O. p. 14.

Auch diese Art, von der bisher nur seltene Köpfe ohne Fundangabe bekannt waren, ist jetzt mit ganzen Panzern in ihrem Lager aufgefunden worden.

Kopf. Umriß hochbogig, noch mehr als selbst bei *chamaeleo*. Saum aus zwei verschiedenen Hälften bestehend, von denen die innere seicht ausgehöhlt und glatt, die äußere mit enggestellten Streifen bedeckt ist. Beide stoßen scharfwinklig gegeneinander. Der äußere Abhang steht steil, fällt sogar nach innen ein, so daß in der Aufsicht nur der innere, glatte Teil des Saumes zu sehen ist. Saumfurche fehlend. Die Glatze quillt über den Saum; ihre Länge ist erheblich größer als ihre Breite (5 : 3). Nackenläppchen nur angedeutet. Nackenring an den Enden nicht breiter als in der Mitte. Naht vor den Augen weit ausladend, hinter dem Auge der Rückenfurche gleichlaufend, von ihr entfernt bleibend. Augen klein, nach hinten gerückt. Freie Wangen einheitlich-kugelig aufgebläht, ohne Augenkante. Augenfurche völlig fehlend. Langer Wangenstachel.

Rumpfringe ohne Mittelknoten.

Schwanz. Querschnitt siehe Skizze, Fig. 4 c. Umriß ziemlich hoch (Länge = halbe Breite). Saum sehr schmal, durch einen leichten Knick abgesetzt. 8 Spindelringe (+ Endwulst) ohne Mittelknoten. 4 Rippen deutlich; sie sind infolge des schmalen Saumes lang und treten klar als Rippen hervor, da die Schrägfurchen schärfer als die Nahtfurchen ausgeprägt sind.

Schale. Glatze auf ihrem hinteren Teil gekörnelt, vorn fein aufgerauht. Wange spiegelglatt. Spindelringe des Schwanzes fein gekörnelt, Rippen glatt.

Vorkommen. Die Art findet sich in der Gerolsteiner Mulde zusammen mit *P. (E.) Dohmi*, *Phacops latifrons*, *Harpes macrocephalus* und einer reichen Fauna von Mollusken und namentlich Cephalopoden. *Calceola* ist noch durch ihre ältere Mutation *C. sandalina* mut. *lata* vertreten. Eine *Dechenella* wurde noch nicht beobachtet. Nach allem handelt es sich um eine besondere Ausbildung der Crinoidenschichten.

5. *Proetus (Euproetus) Dohmi* n. sp. Fig. 5.

Kopf. Umriß hochbogig (Länge erheblich größer als die halbe Breite). Saum dick gepolsterst, fast walzig gerundet; von außen her auf mehr als der Hälfte seiner Breite mit mittelmäßig entfernten Streifen bedeckt. Saumfurche scharf eingekerbt. Die Glatze quillt kaum über den Saum; ihre Länge ist größer als die Breite (8 : 6.5). Nackenläppchen vorhanden und durch seine Aufpolsterung sehr deutlich. Nackenring (einschließlich Nackenläppchen) an seinen Enden breiter als in der Mitte. Naht vor den Augen weit ausladend, hinter dem Auge dem Nackenwinkel zustrebend und ihm sehr nahe kommend. Augen mittelgroß. Freie Wange einheitlich gewölbt, ohne Augenkante. Auge aber von einer Augenfurche umgeben. Hintersaum geradlinig. Langer Wangenstachel.

Der Schwanz ist noch nicht in tadelfreien Stücken bekannt geworden. Es ist ein ziemlich breiter Saum vorhanden und deutlich abgesetzt. Die Rippen sind daher sehr kurz. Dadurch macht der Schwanz in vielem den Eindruck von *chamaeleo*, unterscheidet sich aber sofort durch das Fehlen der Mitteldornen.

Schale. Glatze (sowie Nackenring) auf ihrem hinteren Teil gekörnelt, vorn rauh. Wölbung der Freien Wange zerstreut überkörnelt.

Beziehungen. Der Kopf von *P. (E.) Dohmi*[1] ähnelt in manchen Zügen seinem Begleiter *P. (E.) tenuimargo*. Die Polsterung des Saumes, die scharfe Saumfurche, das geringe Vorquellen der Glatze in der Seitenansicht, wobei sie ihren höchsten Punkt erst weit hinten erreicht, das ausgeprägte Nackenläppchen und die seitliche Verbreiterung des Nackenringes, die Augenfurche und die Wangenkörnelung sind aber durchgehende Unterschiede. Übergangsformen fehlen trotz reichlichen Materials. Auch die Erklärung dieser feststehenden und erheblichen Unterschiede durch Geschlechtsverschiedenheit wird sich angesichts dieses Verhaltens bei lebenden Crustaceen kaum begründen lassen. Beide Proetiden müssen also trotz Anklängen in der Gesamttracht als selbständige Arten auseinander gehalten werden.

Vorkommen. Begleitet *P. (E.) tenuimargo* in dessen Lager in der Gerolsteiner Mulde. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß *P. (E.) Dohmi* auch noch in den tieferen Teil der eigentlichen Stringocephalen-Schichten hineingeht und daß ihm einige Reste angehören, die wir 1909 (a. a. O. p. 16) bei *P.* cf. *crassimargo* unterbringen mußten.

[1] Diese Art ist nach Herrn Rektor St. Dohm in Gerolstein benannt, der unsere Arbeiten mehrfach unterstützt hat.

Besprechungen.

Alfred Eppler: Der Diamant im deutschen Gewerbe und auf dem Weltmarkt. Crefeld bei Gustav Hohns. 1917. 84 p. Mit 67 Abbildungen im Text.

Ein lesenswertes Buch, das über manche Punkte Aufklärung schafft, über die man in anderen Werken über diesen wichtigsten aller Edelsteine nichts erfährt. Dies gilt besonders für den ersten Abschnitt, der von der Bedeutung des Diamants für unsere Volkswirtschaft, für Handel und Gewerbe im allgemeinen und während des Kriegs insbesondere handelt. Dieser Abschnitt liefert den Nachweis, daß wir nach dem Krieg die Bedeutung des Diamants für unser wirtschaftliches Leben viel mehr berücksichtigen müssen, als es vor dem Krieg geschehen ist, unter Beleuchtung der großen Wichtigkeit, die er für Gewerbe und Handel besitzt. Es wird uns mitgeteilt, daß wir unsere südwestafrikanischen Diamanten nicht in genügendem Maße zur Hebung der deutschen Volkswirtschaft, insbesondere der Diamantschleiferei in Hanau und an anderen Orten nutzbar zu machen verstanden haben und daß die letztere in der Hauptsache noch Lohnschleiferei für die großen holländischen und belgischen Geschäfte ist, statt daß sich das deutsche Kapital selbständig an der Diamantschleiferei und dem Diamanthandel nicht nur hinsichtlich der Schmucksteine, sondern auch der für manche Industriezweige, besonders auch die Rüstungsindustrie, so notwendigen Arbeitsdiamanten beteiligt. Es sind uns dadurch nicht nur erhebliche Summen an Arbeitslöhnen und Geschäftsgewinnen entgangen, sondern wir haben dadurch auch die konkurrierenden fremden Schleifereien, besonders in Antwerpen, gestärkt, und wir leiden Mangel an dem z. Z. so wichtigen Arbeitsdiamant, den wir gegenwärtig nur durch Holland erhalten können, was die Engländer durch die einschneidendsten Maßregeln zu verhindern suchen, und England hat ja in diesem Augenblick das Diamantenmonopol in den Händen. Hervorgehoben wird auch, daß unser Edelstein ein internationales Währungsmittel ist, dessen Besitz im Kriegsfalle genau so wichtig und wertvoll für die Finanzwirtschaft eines Landes sein kann, wie der des Goldes. Die Vorteile, die eine Kapitalanlage in Diamanten unter Umständen bieten kann, sind bei uns erst während des Krieges gewürdigt worden, als durch letzteren reichgewordene Geschäftsleute anfingen, Diamanten zu kaufen. Diese mußten dann unter ungünstigen Umständen aus dem Ausland bezogen werden, zu höheren Preisen und bei schlechterer Valuta als früher. Zu dem zweiten Abschnitt, der von den Eigenschaften des Diamants handelt, soweit deren Kenntnis für das Verständnis des folgenden Abschnittes nötig ist, sei bemerkt, daß es nach den neuesten Untersuchungen keineswegs sicher ist, daß der Diamant

der tetraedrischen Klasse des regulären Systems angehört. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit den Fundorten und der Gewinnung des Diamants, der vierte mit den verschiedenen Sorten des Diamants. Im fünften Abschnitt ist die geschäftliche Entwicklung der Diamantschleiferei und ihre derzeitige Lage in Deutschland behandelt, die nicht günstig ist und die sich nur dann bessern kann, wenn sich auch bei uns Sachkenntnis und Erfahrung mit großem Kapital, das bisher fehlte, zu einem zielbewußten, stetigen Aufbauen vereinigen, so daß die Lohnschleiferei für die Fremden ein Ende nimmt. Um diesem Zwecke zu dienen, wurde in Crefeld die Einrichtung einer Lehrwerkstätte begonnen, da die erste Vorbedingung für einen Aufschwung des deutschen Diamantengeschäfts eine kräftige Entwicklung der deutschen Diamantschleiferei ist. Hätten wir vor dem Kriege einen entwickelten Handel in Rohdiamanten in Deutschland selbst gehabt, dann hätten wir bei Ausbruch des Krieges über große Mengen verfügen können, und was wir davon nicht selbst verbraucht hätten, hätten wir zur Hebung unserer Valuta an das Ausland abgeben können. In den folgenden Abschnitten, dem sechsten mit einer kurzen Schilderung der Arbeitsweise der Diamantschleiferei, dem siebenten vom Bohren der Diamanten und der Herstellung der Ziehsteine, dem achten von der Verwendung der Rohdiamanten zu Werkzeugen, dem neunten von der Verwendung des Diamants zu Tiefbohrungen und dem zehnten und letzten von der Verwendung des Diamantpulvers im Gewerbe, werden die betreffenden Gegenstände z. T. weit ausführlicher und eingehender besprochen, als es sonst der Fall zu sein pflegt, und die Auseinandersetzungen des Verf.'s werden durch teilweise recht anschauliche Abbildungen wesentlich unterstützt, was besonders für die Ziehsteine gilt. Überall wird darauf hingewiesen, daß sich das deutsche Kapital im Diamantgeschäft ebensogut betätigen könnte wie das fremde, das bisher hierin fast allein maßgebend war. Zum Schluß faßt der Verf. seine Anschauungen in folgende Worte zusammen:

„Die Ausführungen dieser Schrift konnten zeigen, wie vielfältig der Diamant in dem deutschen Gewerbe Verwendung findet und wie groß unser Bedarf an Arbeitsdiamant ist; mögen sie dazu beitragen, daß deutsches Kapital, deutscher Unternehmungsgeist und deutsche Betriebsamkeit sich dem Diamanthandel und dem Diamantgewerbe derart zuwenden, daß wir auch auf diesem Gebiete mehr und mehr vom Ausland unabhängig werden und daß zahlreichen deutschen Arbeitern — besonders auch Kriegsbeschädigten — neue Verdienstmöglichkeiten erschlossen werden. Eine wichtige Voraussetzung des Erfolgs ist natürlich, daß auch unsere Behörden das Diamantgewerbe und den Diamanthandel durch geeignete Maßnahmen fördern und daß uns der Friedensschluß unsere südafrikanischen Diamantfelder wiederbringt und wir nicht unter dem Weltmonopol des englischen Diamanthandels bleiben.“

Max Bauer.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Max Bauer †.

Bei meinem letzten Besuch in Marburg, am 1. Oktober d. J., traf ich BAUER so frisch an wie seit langem nicht, wir sprachen sogar davon, im nächsten Jahre noch einmal gemeinsam den Laacher See zu besuchen, an den ich ihn vor mehr als 30 Jahren zum erstenmal hatte führen dürfen. Noch in der letzten Oktoberwoche erhielt ich von ihm Aufträge zu Referaten, da traf mich die unerwartete Nachricht, daß er am 4. November verschieden sei. Eine Kopfrose war aufgetreten mit hohem Fieber, dem sein von wiederholten starken Gichtanfällen geschwächtes Herz nicht mehr standhalten konnte. Zur Beerdigung zu fahren war mir nicht möglich, so ist es meine traurige Pflicht, ihm, meinem ehemaligen Vorgesetzten, dann Kollegen und Freund an dieser Stelle die letzten Worte zu widmen.

MAX HERMANN BAUER ist am 13. September 1844 in dem Dorfe Gnadental bei Schwäbisch-Hall in Württemberg geboren als Sohn des Pfarrers HERMANN BAUER und dessen Gemahlin SOPHIE, geb. FABER. Seine akademischen Studien begann BAUER i. J. 1859 an dem Polytechnikum in Stuttgart mit der Absicht, sich zum Berg- und Hütteningenieur auszubilden, wozu sein Interesse durch häufigen Besuch eines Eisenhüttenwerkes und Bergwerkes in Wasseralfingen nahe bei Aalen, dem späteren Wohnort seines Vaters, erweckt worden war. Diese Laufbahn erschien aber damals für einen Württemberger wenig aussichtsreich, und so entschloß sich BAUER nach einigen Semestern zum Studium der Mathematik und Naturwissenschaften, um sich dem Lehrerberuf zu widmen. Von 1863—65 besuchte er zu diesem Zweck die Universität Tübingen, legte die erforderlichen Prüfungen ab und wurde in den Jahren 1866 und 1867 an mehreren Realschulen beschäftigt. Im Herbst 1867 wurde BAUER von der Regierung nach Paris geschickt, um sich in der französischen Sprache zu vervollkommnen, eine Fürsorge für die Lehrer der naturwissenschaftlichen Richtung, die noch in der neuesten Prüfungsordnung darin zum Ausdruck gekommen ist, daß jeder Kandidat dieser Richtung in der zweiten Dienst-

prüfung eine mündliche Prüfung in Französisch abzulegen hat. Der Lehrerberuf, dem er sich nach der Rückkehr aufs neue widmen mußte, sagte ihm aber doch wenig zu, er beschloß, sich der Mineralogie und Geologie zu widmen, nachdem er sich mit einer Abhandlung aus diesem Gebiet: „Die Brauneisensteingänge von Neuenbürg“ in Tübingen die Würde eines Doktors der Naturwissenschaften erworben hatte. Zur weiteren Ausbildung besuchte Bauer aufs neue zunächst die Landesuniversität, wo seine Studien namentlich durch E. Reusch die ausgiebigste Förderung erfuhren, sodann von Herbst 1869 ab die Universität Berlin. Hier trat er zu Rammelsberg, Ewald, Beyrich, Justus Roth, vor allem aber zu Gustav Rose in nähere Beziehung, die für seine spätere Laufbahn von entscheidender Bedeutung werden sollte.

In Berlin entstand Bauer's erste wissenschaftliche Arbeit, die kristallographische Untersuchung des Scheelits, die, unter Leitung von Gustav Rose an Material der Berliner Sammlungen ausgeführt, ihm i. J. 1871 zur Habilitation an der Universität Tübingen dienen sollte. Anscheinend war aber Quenstedt anderer Ansicht, die Habilitation in Tübingen glückte nicht; am Ende des gleichen Jahres jedoch finden wir Bauer als Privatdozenten der Mineralogie und Geologie an der Universität Göttingen.

Die mit der Habilitation zum Abschluß gekommenen Studien Bauer's hatten durch den Deutsch-französischen Krieg eine Unterbrechung erfahren, an dem er als Freiwilliger teilgenommen hatte. Bei Sédan konnte er den Zusammenbruch des französischen Kaiserreiches mit erleben.

Die Tätigkeit an der Universität Göttingen war von kurzer Dauer, schon im Herbst 1872 siedelte Bauer auf Wunsch von Gustav Rose als Privatdozent nach Berlin über und übernahm hier zugleich die erste Assistentenstelle an den unter Rose's Leitung stehenden Sammlungen, die ihm reiches Material zur Belehrung und Forschung boten. Seine Stellung war hierdurch und andere privatim übernommene Arbeiten soweit gesichert, daß er an die Gründung eines eigenen Hausstandes denken konnte. So schloß er im Frühjahr 1874 mit Julie Schnurrer aus Stuttgart, Tochter des Oberfinanzrates Schnurrer, den Ehebund, dem zwei Söhne und eine Tochter entsprossen sind.

Schon drei Jahre nach der Umhabilitation, im April 1875, wurde Bauer als ordentlicher Professor der Mineralogie und Geologie an die Universität Königsberg berufen. Er wurde hier Nachfolger von Franz E. Neumann, der mit Rücksicht auf sein vorgeschrittenes Alter in den Ruhestand getreten war. Neumann hatte sich im Laufe der Jahrzehnte mehr und mehr der Physik gewidmet, die Mineraliensammlung befand sich daher nicht in der besten Ordnung, eine Sammlung von Gesteinen und Versteinerungen fehlte, Instrumente waren nicht vorhanden, hier fand also Bauer

ein reiches und dankbares Feld für seine Tätigkeit. Es war die Zeit, in der in Deutschland überhaupt die ersten mineralogischen Institute, in denen zu wissenschaftlichem Arbeiten Gelegenheit gegeben werden sollte, eingerichtet wurden. Neben Mineralogie hatte Bauer Geologie in vollem Umfang zu vertreten. Einer seiner ersten Schüler und Assistenten in Königsberg war Fritz Noetling, dessen Anhänglichkeit an Bauer weder durch weite örtliche, noch durch lange zeitliche Trennung geschwächt werden konnte. Mit Neumann trat Bauer bald in näheren wissenschaftlichen und freundschaftlichen Verkehr; in Anerkennung der überragenden Größe Neumann's hat Bauer sein in Königsberg entstandenes Lehrbuch der Mineralogie ihm zu dessen sechzigjährigen Doktorjubiläum in Dankbarkeit und Verehrung gewidmet. Schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit wurde Bauer durch das Vertrauen seiner Kollegen zum Rektor der Universität für das Amtsjahr 1882/83 gewählt.

Neun Jahre währte die Tätigkeit Bauer's in Königsberg. Im Oktober 1884 folgte er einer Berufung als Professor der Mineralogie und Petrographie an die Universität Marburg. Hier wurde Bauer Nachfolger von Friedrich Klocke, der nur drei Jahre, von Krankheit oft gequält, seines Amtes gewaltet, in dieser kurzen Zeit aber viel für das mineralogische Institut getan hatte. Instrumente waren bei Klocke's Amtsantritt auch nicht vorhanden gewesen, die Institutsräume waren zugleich Sammlungsräume, die Sammlung war nicht schlecht, aber eng untergebracht, eine Vorlesungssammlung fehlte. Klocke hatte nach seinem Amtsantritt sein reiches Instrumentarium dem Institut geschenkt, eine gute Vorlesungssammlung zusammengestellt, hatte den Ankauf der Prümm'schen Mineraliensammlung in Berlin, die aus ausgesucht guten Stufen bestand, erwirkt, und für das mineralogische Institut waren die durch den Umzug des chemischen Laboratoriums in einen Neubau freigewordenen Räume des alten Deutschordens-Gutes neu hergerichtet worden. Bei diesem Umbau waren aber Fehler gemacht, die Köpfe der Tragbalken waren abgeschnitten, die Decken drohten einzustürzen. Das Institut mußte daher, kurz nachdem es eingerichtet war, wieder geräumt werden. Die Sammlungsschränke wurden magaziniert und waren für die Dauer des Umbaus unzugänglich, die Prümm'sche Sammlung blieb unausgepackt stehen, die Vorlesungssammlung wurde in das alte, schon dem Abbruch geweihte Dienstgebäude der Klinik übergeführt, Vorlesung und Übungen wurden während der Krankheit und nach dem Tode Klocke's von mir als Assistenten abgehalten, das alte Gebäude wurde völlig umgebaut — in diesem Zustand traf Bauer das mineralogische Institut in Marburg an.

Die erste Aufgabe galt der Einrichtung der neuen Räume. Trotz der beträchtlichen Summen, die der zweimalige Umbau gekostet hatte, ließen die Instituts- wie Sammlungsräume viel zu

wünschen übrig, aber es waren doch wenigstens Arbeitsräume vorhanden. Fehlende Instrumente konnten aus bereitgestellten Mitteln beschafft werden, die Bibliothek KLOCKE's wurde angekauft. Gelegenheit zu wissenschaftlichem Arbeiten war gegeben. Im Laufe der folgenden Jahre sind nach dem Auszug anderer Institute aus dem weitläufigen Gebäude noch neue Räume mit gutem Licht hinzugekommen, was sich hier erreichen ließ, war geschehen. Die Vermehrung der Sammlungen ließ sich BAUER während der ganzen Zeit seiner Wirksamkeit angelegen sein. und wenn diese auch durch ihre Aufstellung in ungeeigneten Räumen nicht bestechen können, ihrem Inhalt nach sind sie gut. Der alte Bestand war schon verhältnismäßig reich, durch den Erwerb der PRÜMM'schen Sammlung war sie durch eine große Zahl ausgesuchter Stufen vermehrt worden, in den folgenden 30 Jahren ist manches Gute dazugekommen. Die Gesteinssammlung wurde durch Ankäufe, namentlich aber durch eigene Sammeltätigkeit auf vielen Ausflügen vermehrt, wozu eine Reise des Unterzeichneten nach Italien bis zu den Liparischen Inseln und die häufigen Streifzüge durch das damals noch wenig durchforschte Gebiet Biedenkopf—Dillenburg einiges beigetragen haben.

BAUER's erste wissenschaftlichen Untersuchungen waren beeinflußt durch REUSCH, GUSTAV ROSE und NEUMANN. Als Schüler von REUSCH erwies sich BAUER durch seine Beobachtungen über die Schlagfiguren und Drucklinien in Glimmer, denen später analoge Beobachtungen an andern Mineralien (Cyanit, Bleiglanz, Schwerspat) folgten. Die erste Abhandlung hierüber aus dem Jahre 1869 bringt eine Fülle von Beobachtungen, angestellt an Material der Tübinger Mineraliensammlung, aber ausgeführt mit Instrumenten des physikalischen Kabinetts, da es in Tübingen um jene Zeit ebensowenig wie an der Mehrzahl der andern Universitäten ein mit Instrumenten ausgerüstetes mineralogisches Institut gab. Das Arbeiten auf kristallographisch-optischem Gebiet war um jene Zeit noch mit Schwierigkeiten verknüpft, von denen wir uns heute kaum eine rechte Vorstellung machen können, um so mehr bewundern wir die vortrefflichen Beobachtungen aus jener und der noch früheren Zeit. Die Beschäftigung mit Glimmer führte ihn späterhin, unter Einfluß von NEUMANN, zu Versuchen, die Hauptbrechungskoeffizienten des Kaliglimmers zu bestimmen unter Anwendung der Methode des Marquis VON CHAULNES und durch Messung an dem Interferenzbild nach NEUMANN, wobei jedoch keine genauen Werte erzielt wurden. Von größerer Bedeutung wurden die feinen Beobachtungen an Cyanit, durch welche die Zwillingsverwachsungen klargelegt, der Gleitflächencharakter der Fläche P erkannt und unter Benutzung der Blätterbrüche die kristallographischen Konstanten berechnet wurden. Die Ergebnisse führten zu einer Auseinandersetzung mit G. VOM RATH, der nahezu gleich-

zeitig auf andere Grundlagen hin die kristallographischen Konstanten berechnet hatte; BAUER hatte den ebenen Winkel, den die Kanten M/P und M/T auf M miteinander bilden, von 90° abweichend gefunden (90° 23') und danach die Zwillingsverwachsungen nach M gedeutet, RATH wollte eine Abweichung von 90° nicht gelten lassen und war recht empfindlich berührt, daß ein jüngerer Fachgenosse Recht behalten sollte.

Bis zum Jahre 1880 hat BAUER seine Arbeiten vorzugsweise in der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft veröffentlicht, nach Reorganisation des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie durch KLEIN, ROSENBUSCH und BENECKE wendet er sich diesem zu und eröffnet seine Arbeiten durch die „Beiträge zur Mineralogie", in denen er in zwangloser Folge die Ergebnisse seiner Untersuchungen mitteilt. Von diesen seien hier nur die kristallographischen Studien an Hyalosiderit und Forsterit, die Untersuchungen über die Pseudomorphosen von Rutil nach Brookit und Anatas, von Kalkspat nach Aragonit und von Aragonit nach Kalkspat genannt.

Die Geologie, die BAUER in Königsberg ebenfalls zu vertreten hatte, war ihm nicht mehr fremd, da er schon vom Jahre 1871 an bei der geologischen Landesaufnahme als Hilfsarbeiter tätig gewesen war. Dieser Beschäftigung hat er sich nahezu 20 Jahre hindurch während der Universitätsferien im Thüringer Wald und der Rhön gewidmet. Als Ergebnis liegt seine Aufnahme der geologischen Verhältnisse der Seeberge und des Galberges bei Gotha vor, durch die die Lagerungsverhältnisse dieses kleinen, aber an Verwerfungen reichen Gebietes klargelegt wurden. Aufnahmen auf den Blättern Georgental und Thann gediehen nicht bis zu deren vollständigen Fertigstellung.

In Marburg wendete sich BAUER mehr und mehr der Petrographie zu, und zwar wählte er sich die hessischen Basalte, nachdem ich schon mit Bearbeitung der Diabase begonnen hatte. Der Untersuchung des Basaltes vom Stempel bei Marburg folgte die der niederhessischen Basalte, bei der er sich der Unterstützung der Preuß. Akademie der Wissenschaften zu erfreuen hatte. Die einzelnen Ergebnisse sind in den Dissertationen seiner Schüler enthalten, während BAUER diese in den Berichten an die Akademie kurz zusammengefaßt hat. Die scheinbar so eintönigen Basalte erwiesen sich als recht mannigfaltig zusammengesetzt durch den Eintritt von rhombischem Pyroxen, Nephelin, Leucit und Melilith, und die Frage ist noch offen, inwieweit für dieses Gebiet die Ansicht von dem getrennten Auftreten der Alkali- und Alkalikalkgesteine zu Recht besteht. Von großer Bedeutung wurden BAUER's Untersuchungen über den Laterit, indem der Nachweis gelang, daß dieses Verwitterungsprodukt der Gesteine in den Tropen in der Hauptsache aus Aluminiumhydroxyd, dem Hydrargillit, besteht.

Ein neues Arbeitsgebiet eröffnete sich Bauer, als er veranlaßt wurde, ein Werk über Edelsteinkunde zu verfassen. Seitdem hat er natürlichen und künstlichen Edelsteinen jeder Art und dem seit prähistorischer Zeit benutzten Nephrit und Jadeit sein eifrigstes Interesse gewidmet, namentlich war er um die Ermittlung ihres Vorkommens in der Natur bemüht, auch Bauer's letzte Veröffentlichung war dieser Aufgabe gewidmet. Das prächtig ausgestattete Werk selbst ist das umfassendste und vollständigste dieser Art in der Literatur aller Länder und hat schon nach wenig über 10 Jahren eine zweite Auflage erlebt.

Das andere, selbständig erschienene Werk, Bauer's Lehrbuch der Mineralogie, zeichnet sich bei schlichter Ausstattung durch Klarheit der Darstellung im allgemeinen Teil, durch ausgiebige Angaben über die Eigenschaften der Mineralien und ihr Vorkommen im speziellen Teil aus. Alle Methoden der kristallographischen und optischen Untersuchung beherrschte Bauer, dabei stand ihm eine ausgedehnte Kenntnis der Mineralien und ihrer Paragenesis zur Verfügung. Die Mineralien waren ihm weniger Objekte rein physikalischer Untersuchungen als Glieder von geologischen Körpern, durch deren Untersuchung ein Teil der Erdgeschichte aufgeklärt werden sollte. Daß hierzu deren Untersuchung im weitesten Umfang und nach jeder Richtung erforderlich sei, hat er immer anerkannt, und jede neue Untersuchungsrichtung als einen Fortschritt begrüßt.

Seit dem Jahre 1885 war Bauer Mitredakteur und Hauptredakteur des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie und des Centralblatts. 120 Bände sind unter seiner Mitwirkung erschienen, die Zahl der Referate, die er selbst verfaßt hat, geht in die Hunderte, die, welche er veranlaßt und durch die Mitarbeiter erhalten hat, in die Tausende. Von der Arbeit, die hiemit bewältigt worden ist, kann sich der Fernerstehende kaum eine Vorstellung machen. Der Dank hierfür hat an Bauer's siebzigstem Geburtstag einen Ausdruck gefunden, indem ihm der 39. Beilage-Band als besondere Festschrift[1] gewidmet und von Boeke, Brauns und Rinne überbracht wurde. Auch seitdem ist Bauer unermüdlich für das Jahrbuch tätig gewesen, bis der zitternden Hand der Stift entsunken ist: am 29. Oktober hat er den letzten Beitrag eingetragen, fünf Tage danach hat ein sanfter Tod ihm die Augen geschlossen.

Bauer konnte in seinem Wesen den Schwaben nicht verleugnen; im ersten Umgang schien er rauh und abweisend, wer aber erst einmal sein Zutrauen gewonnen hatte, der wußte auch, daß er sich fest auf ihn verlassen konnte, sein Herz war von Gold. Im Verkehr mit seinen Schülern auf den Exkursionen kam

---

[1] Mit einem Bilde von Bauer nach einer im gleichen Jahre aufgenommenen Photographie.

sein anspruchloses, schlichtes, für Humor empfängliches Wesen so recht zum Ausdruck. In dem schweren Konflikt, der unter Bauer's Rektorat (1892/93) in Marburg zwischen den Studierenden der Medizin und dem damaligen Vertreter der Physiologie ausgebrochen war und der die gesamte Studentenschaft Marburgs zu nie gesehener Einigkeit zusammengeschmiedet hatte, erwarb sich Bauer durch sein ruhiges, besonnenes Auftreten das Vertrauen aller. In einer von den Vertretern aller Korporationen unterschriebenen Urkunde hat die Studentenschaft ihren Dank dafür ausgesprochen. Das Gefühl für Recht war bei Bauer stark ausgebildet und von dem, was er für Recht erkannt hatte, konnte ihn niemand abbringen, die Sache stand ihm immer höher als die Person: und kam es je zu einer Auseinandersetzung, so hielt er mit seiner Ansicht nicht zurück.

Nach seinem 70. Geburtstag wurde Bauer mit Wirkung vom 1. April 1915 an von der Verpflichtung, Vorlesungen zu halten, auf seinen Antrag befreit und von der Leitung des Instituts entbunden. Da aber sein Nachfolger, Prof. Weigel, alsbald zum Heeresdienst eingezogen wurde, hat er seine akademische Tätigkeit doch bis zuletzt ausgeübt, auch dann noch, als die Vorboten der Krankheit schon aufgetreten waren und der Arzt ihm die Abhaltung der Vorlesungen verboten hatte. Für sich kannte er keine Schonung, sah es daher auch nicht gern, wenn andere im Institut sich mehr schonen wollten als er.

Manches Jahr hat Bauer mit schweren Sorgen um die Gesundheit in seiner Familie kämpfen müssen, aber er hatte doch die Genugtuung, daß der häufige Sommeraufenthalt in Engelberg von vollem Erfolg gekrönt war; der Gesundheitszustand seiner Frau besserte sich durch seine nie erlahmende Fürsorge von Jahr zu Jahr. Er selbst hatte in den letzten 20 Jahren unter der Gicht oft schwer zu leiden. Jedes seiner Kinder hat seinen eigenen Hausstand gegründet, und seine Enkelkinder waren die Freude seines Alters. Die Freundschaft, die ihn mit dem Mathematiker Heinrich Weber verband, wurde durch den Ehebund ihrer Kinder besiegelt. Noch im letzten Monat hatte Bauer die Freude, daß sein ältester Sohn als Kommandant eines Großkampfschiffes zum Kapitän zur See befördert wurde, nachdem er bis dahin die Unterseebootflottille ruhmreich geführt hatte. Das Ende des großen Völkerkrieges zu erleben, war Bauer nicht mehr vergönnt, sein Lebensabend war aber trotz der schweren Zeiten von einer milden Ruhe verklärt.

So nehmen wir Abschied von Max Bauer mit Dank für das, was er für unsere Wissenschaft und das Jahrbuch geleistet hat, mit Wehmut um den geschiedenen Freund.

Bonn, am 24. Dezember 1917. R. Brauns.

Übersicht über die Veröffentlichungen von Max Bauer.

1866.

1. Die Brauneisenstein-Gänge von Neuenbürg. Württemb. naturw. Jahreshefte. 22. 1866. 2 u. 3 u. Diss. Tübingen. 1867. 36 p.

1869.

2. Über ältere Versuche auf Steinkohlen. Württ. naturw. Jahresh. **25**. 18 p.
3. Untersuchung über den Glimmer und verwandte Minerale. Pogg. Ann. 138. 337–370.

1871.

4. Kristallographische Untersuchung des Scheelits. Württemb. naturw. Jahresh. 27 und Inauguralschrift zur Erlangung der venia docendi an der Universität Tübingen. 70 p. Mit 2 Taf.

1872.

Mineralogische Mitteilungen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. **24**. 385–400. Taf. XV.

5. I. Allanit vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Wald. 385–390.
6. II. Seebachit, ein neues Mineral. 391–397.
7. III. Hemimorphismus beim Kalkspat. 397–400.

1874.

Mineralogische Mitteilungen, erste Fortsetzung. Ebenda. **26**. 119–198. Taf. I–III.

8. IV. Über die selteneren Kristallformen des Granats. 119–137.
9. V. Über einige physikalische Verhältnisse des Glimmers. 137–180.
10. VI. Die optischen Verhältnisse des Margarits und einiger anderer glimmerähnlicher Mineralien. 180–186.
11. VII. Über eine eigentümliche Zwillingsstreifung am Eisenglanz. 186–194.
12. VIII. Über einen eigentümlich ausgebildeten Rauchtopaskristall vom Galenstock im Wallis. 194–196.
13. Über den Seebachit. N. Jahrb. f. Min. etc. 1874. 523–524. Briefl. Mitteilung.

1875.

14. Über Kjerulfin, Wagnerit, Tschermakit. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Sitzung v. 6. Jan. 1875. 230–240.
15. Über die Kristallform des Speiskobalts. Ebenda. Sitzung v. 3. Febr. 1875. 245–250.

1877.

16. Über den Hydrohämatit von Neuenbürg. Württ. naturw. Jahresh. **34**. 5 p.
17. Über das Kristallsystem des Kaliglimmers. Monatsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 22. Nov. 1877.

1878.

18. Über das Kristallsystem und die Hauptbrechungskoeffizienten des Kaliglimmers. Min. u. petr. Mitt. 1. 14–38.

Mineralogische Mitteilungen, zweite Fortsetzung. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 30. 283—326. Taf. XIV.

19. IX. Beitrag zur Kenntnis der kristallographischen Verhältnisse des Cyanits.

1879.

20. Die Kristallform des Cyanits. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 31. 244—253.
21. Auffinden von mittlerem Lias am Südabhange des Großen Seeberges bei Gotha. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Briefl. Mitt. 782.

1880.

22. Dioptas aus den Cordilleren von Chili. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 32. 714—716.
23. Nochmals die Kristallform des Cyanits. Ebenda. 717—727.

Beiträge zur Mineralogie. I. Reihe. N. Jahrb. f. Min. etc. 1880. II. 63—82.

24. 1. Über Barsowit. 63—75.
25. 2. Über Kjerulfin. 75—78.
26. 3. Parallelverwachsung verschiedener Epidotarten. 78—82.

1881.

27. Das diluviale Diatomeenlager aus dem Wilsdorfer Forst bei Zinten in Ostpreußen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 33. 196—216.
28. Über die geologischen Verhältnisse der Seeberge und des Galberges bei Gotha, mit besonderer Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse. Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanst. für 1881. 1—62. Mit 2 Taf.
29. Über eine Methode, die Brechungskoeffizienten einachsiger Kristalle zu bestimmen. und die Brechungskoeffizienten des Brucits. Monatsber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin. 3. Nov. 1881. 958—981.

1882.

Beiträge zur Mineralogie. II. Reihe. N. Jahrb. f. Min. etc. 1882. I. 132—151.

30. 4. Über die Einrichtung des Fuess'schen Achsenwinkel-Apparats als Totalreflektometer. 132—138.
31. 5. Über das Vorkommen von Gleitflächen am Bleiglanz. 138—150.
32. 6. Herzförmige Zwillingsverwachsung am Quarz von Guanajuato in Mexiko. 150—151.
33. Über natronhaltige Asbeste. Ebenda. Briefl. Mitteilung. 158—161.
34. Chemische Zusammensetzung des Metaxit von Reichenstein. Ebenda. 161—163.

1883.

Beiträge zur Mineralogie. III. Reihe. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. II. 49—71.

35. 7. Über eine Methode, die Brechungskoeffizienten einachsiger Kristalle zu bestimmen und über die Brechungskoeffizienten des Brucits.

1886.

Beiträge zur Mineralogie. IV. Reihe. N. Jahrb. f. Min. etc. 1886. I. 62—80.

36. 8. Über Pseudomorphosen von Kalkspat nach Aragonit.

37. Lehrbuch der Mineralogie. 562 S. mit 588 Holzschnitten. Berlin und Leipzig. Verlag von J. Guttentag.

1887.

Beiträge zur Mineralogie. V. Reihe. N. Jahrb. f. Min. etc. 1887. I. 1—46. Taf. I.

38. 9. Kristallographische Studien am Hyalosiderit und Forsterit. 1—37.

39. 10. Zwillingsbildung beim Schwerspat. 37—46.

1888.

40. Rhodonit aus dem Dillenburgischen. N. Jahrb. f. Min. etc. 1888. I. 214.

1889.

41. Beitrag zur Kenntnis der kristallographischen und pyroelektrischen Verhältnisse des Kieselzinkerzes (mit R. Brauns). N. Jahrb. f. Min. etc. 1889. I. 1—28. Mit Taf. I.

1890.

Beiträge zur Mineralogie. VI. Reihe. N. Jahrb. f. Min. etc. 1890. I. 10—48. Mit 26 Holzschnitten.

42. 11. Über einen Turmalinzwilling. 10—12.

43. 12. Über eine Pseudomorphose von Aragonit nach Kalkspat. 12—31.

44. 13. Über den Liëvrit von Herbornseelbach in Nassau. 31—48.

1891.

Beiträge zur Mineralogie. VII. Reihe. N. Jahrb. f. Min. etc. 1891. I. 217—266. Mit Taf. V u. 2 Holzschn.

45. 14. Über die Pseudomorphosen von Rutil nach Brookit von Magnet Cove, Arkansas. 217—232.

46. 15. Über die Pseudomorphosen von Rutil nach Anatas. 232—250.

47. 16. Über den Schwerspat von Perkin's Mill, Templeton, Canada, sog. Michel-Lévyt. 250—266.

48. Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben. N. Jahrb. f. Min. etc. 1891. II. 156—205, 231—271. Mit Taf. IV.

1895.

49. Durchsichtiger blauer Spinell von Ceylon. N. Jahrb. f. Min. etc. 1895. I. 281. Briefliche Mitteilung.

50. Über den Jadeit von Tammaw in Birma und den von „Tibet“. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturw. zu Marburg. Dezember 1895. No. 2. 11—20.

1896.

51. Edelsteinkunde. Eine allgemein verständliche Darstellung der Eigenschaften, des Vorkommens und der Verwendung der Edelsteine, nebst einer Anleitung zur Bestimmung derselben für Mineralogen, Steinschleifer, Juweliere. Mit 20 Tafeln in Farbendruck, Lithographie etc., sowie 94 Abbildungen im Text. Leipzig. Tauchnitz.

52. Der Jadeit und die anderen Gesteine der Jadeitlagerstätte von Tammaw in Ober-Birma. N. Jahrb. f. Min. etc. 1896. I. 18—51 (und Geol. Surv. of India. 1895. 28. 91—105, in Übersetzung von F. NOETLING und H. HAYDEN).
53. Jadeit von „Tibet". Ebenda. p. 85—95.
54. Das Vorkommen und die Gewinnung des Rubins in Birma. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturw. zu Marburg. 1—18.
55. Über das Vorkommen der Rubine in Birma. N. Jahrb. f. Min. etc. 1896. II. 198—238. Mit Taf VII u. 5 Fig.
56. Falsche Edelsteine und deren Erkennen. Deutsche Revue. XXI. 246—253.
57. Über die Kristallform des Histidin-Chlorhydrats. HOPPE-SEYLER's Zeitschr. f. physiolog. Chemie. 22. 285—287.

1897.

58. Beiträge zur Geologie der Seyschellen. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturw. zu Marburg. Februar. 1—20.
59. Über Laterit, insbesondere den von den Seyschellen. Ebenda. Dezember. 122—148.
60. Das Vorkommen des Jadeits von „Tibet". N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. I. 258—259. Briefl. Mitteilung.
61. Chrysoberyllkristall von Ceylon. Ebenda. 1897. II. 106.
62. Rubin und Sapphir. VIRCHOW und WATTENBACH, Sammlung gemeinverständl. wissenschaftl. Vorträge. N. F. XII. Heft 274. Hamburg. 47 p.

1898.

63. Beiträge zur Geologie der Seyschellen, insbesondere zur Kenntnis des Laterits. N. Jahrb. f. Min. etc. 1898. II. 163—219. Taf. X. XI.
64. Die Natur des Laterits. PETERMANN's Geograph. Mitteilungen. 1898. Heft 12. 280—283.

1900.

65. Über einige Diabase von Curaçao. N. Jahrb. f. Min. etc. 1900. II. 140—153.
66. Fuchsit als Material zu prähistorischen Artefakten aus Guatemala. Dies. Centralbl. 1900. 291—292.
67. Beiträge zur Kenntnis der niederhessischen Basalte. Sitzungsber. d. K. Pr. Akad. d. Wissensch. XLVI. 1023—1039.

1902.

68. Über Laterit. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturw. No. 3. 45—48.
69. Über indischen Laterit und über einige hessische Mineralien. Ebenda. No. 6. 89—92.

1903.

70. Vorläufiger Bericht über weitere Untersuchungen im niederhessischen Basaltgebiet. Sitzungsber. d. K. Pr. Akad. d. Wissensch. XLIV. 992—996.

71. Lehrbuch der Mineralogie. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage. 924 p. mit 670 Fig. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung. 1904.

1904.

72. Jadeit und Chloromelanit in Form prähistorischer Artefakte aus Guatemala. Dies. Centralbl. 65—79.
73. Englische Ausgabe der Edelsteinkunde. Übersetzung von S. J. Spencer.

1906.

74. Weitere Mitteilungen über den Jadeit von Ober-Birma. Dies. Centralbl. No. 4. 97—112.
75. Wurfschlacken und Lava der Vesuv-Eruption von 1906. Dies. Centralbl. 327.

1907.

76. Beitrag zur Kenntnis des Laterits, insbesondere dessen von Madagaskar. Festband. 33—90.

1909.

77. Edelsteinkunde. Zweite Aufl. Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz.
78. Über künstliche Edelsteine. Zeitschr. f. angew. Chemie. XXII. Heft 45. 2177—2181.

1910.

79. Vorläufige Mitteilung über die Eruptivgesteine am Westrande des niederhessischen Basaltgebietes nördlich von der Eder. Sitzungsber. d. K. Pr. Akad. d. Wissensch. L. 990—995.

1911.

80. Gesteinsproben der Witu-Inseln, vom Zanzibar-Archipel, von den Comoren, Madagaskar, Ceylon etc. in Voeltzkow, Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905. Bd. I. Abt. 2. Stuttgart 1911. 4°. 89 p.

1912.

81. Nephrit und Jadeit. Im Handwörterbuch der Naturw. 6 p.
82. Opal von Simav im nördl. Kleinasien. Dies. Centralbl. No. 16. 511—512.

1913.

83. Schmucksteine. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 32 p.

1914.

84. Nephrit und Jadeit. Handbuch der Mineralchemie. II. 649—704.

1915.

85. Ein neues Polarisationsinstrument. Dies. Centralbl. No. 17. 513—516.

1916.

86. Beiträge zur Mineralogie von Columbien. Nach den Mitteilungen von Ricardo Lleras Codazzi in Bogotá. Dies. Centralbl. No. 20. 481—487.

Dazu Nekrologe auf Miller (1881), Qu. Sella (1884), A. v. Lasaulx (1886), M. Websky (1887), Charles Friedel (1900) und Rammelsberg (1900), alle im Neuen Jahrb. f. Min. etc.

Die Symmetrie des Rotkupfererzes.

Von **Anni Grühn** in Kiel.

Mit 5 Textfiguren.

Inhalt.

1. Erörterung früherer kristallographischer Untersuchungen.

In der älteren Literatur gilt das Rotkupfererz (Cu_2O) auf Grund folgender kristallographischer Untersuchungen für regulär holoedrisch.

W. Phillips[1] zeichnet eine Kombination von {100} {111} {011} {210} {122} {211} {321}; alle Formen zeigen holoedrische Flächenzahl. Miller[2] und Brooke[2] führen dieselbe Kombination an und fügen die berechnete Größe der Winkel (321) : (111) = 22° 13′ und (321) : (100) = 36° 42′, die wahrscheinlich von Brooke ermittelt worden sind, hinzu. Kokscharow[3] erwähnt aus den Kupfergruben von Gumeschewsk, Gouvernement Perm, an Hand einer Zeichnung Kristalle mit vorherrschendem {111} und kleinen Flächen eines unbestimmten 48-Flächners, die aber sehr selten und nicht meßbar waren. Groth[4] beschreibt an Kristallen von Katharinenburg wenige und unregelmäßig verteilte Flächen {h k l}; an einem uns von Herrn Prof. Bücking gütigst geliehenen Kristall lag eine solche Fläche anscheinend im Zonenverband mit (111) und $(1\bar{1}2)$, was auf das von Miers angegebene Symbol (869) führen kann (s. unten).

In Übereinstimmung mit diesen Beobachtungen zeigen Kristalle einer Cupritstufe von Gumeschewsk im Ural, die das Kieler mineralogische Institut besitzt, deutlich um den Austritt einer dreizähligen Achse 6 Flächen (h k l), die anscheinend parallel Kanten $[(101)\ (1\bar{1}2)]$ liegen, also der Form {321} angehören können.

[1] W. Phillips, Transact. of the Geol. Society. 1. 23. London 1811.

[2] H. J. Brooke and W. H. Miller, An elementary Introduction to Mineralogy by W. Phillips. New Edition with extensive Alteration and Additions. 223. London 1852.

[3] N. v. Kokscharow, Materialien zur Mineralogie Rußlands. 1. 87. Petersburg 1853.

[4] P. Groth, Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität. 72. Straßburg 1878.

Mit Holoedrie sind auch Ätzfiguren im Einklang, die TRAUBE[1] und WALLÉRANT[2] auf {111}, {110} und {100} erhielten. TRAUBE ätzte Kristalle von Wheal Phoenix, Cornwall mit H_2SO_4, HCl, HNO_3 und KOH; nur die Figuren auf {111} waren deutlich und wurden am besten bei Ätzung mit verdünnter HNO_3. WALLÉRANT beschreibt auf allen 3 Flächenarten erhaltene Figuren, gibt aber das Ätzmittel nicht an; die Kristalle stammten von Chessy bei Lyon.

Die in der neueren Literatur vertretene Ansicht, der Cuprit sei plagiedrisch, basiert auf Beobachtungen von MIERS[3] an etwa 12 Kristallen von Wheal Phoenix in Cornwall mit der Kombination {111} {100} {110} und {689}. Die Flächen {689}, die zwar glänzend, aber leicht gekrümmt sind, treten als Plagieder und zwar stets als linkes auf. Drehungsvermögen konnte MIERS nicht feststellen. Desgleichen beschreibt J. F. OEBIKE[4] Cupritkristalle von plagiedrischer Symmetrie, die aus dem Siegerland stammen; er beobachtete nur rechte Plagieder, deren Indizes allerdings nicht ermittelt werden konnten.

Endlich erwähnt M. E. CHUARD[5] von Bronzewaffen der Pfahlbauzeit, die dem Einfluß des Wassers ausgesetzt waren, kleine Tetraeder von Cuprit.

Wollte man alle obenerwähnten Beobachtungen in Einklang bringen, so müßte man den Cuprit für regulär tetartoedrisch erklären.

2. Strukturtheoretische Untersuchung.

Die Symmetrie eines Kristalls ist die Resultante aus drei Komponenten: Lage der Atome, Symmetrie der Atome und Orientierung der Atome. Röntgenometrisch ist nur die Lage der Atome festzustellen.

Wir wollen nun untersuchen, welchen regulären Raumgruppen die von W. H. und W. L. BRAGG[6] ermittelte Lage der Cuprit-Atome angepaßt werden kann, wenn wir diesen Atomen jede mögliche Symmetrie und jede mögliche Orientierung erteilen.

Alle regulären Strukturen lassen sich in kleinste kongruente Würfel *II* auflösen, die entweder primitiv oder raumzentriert oder flächenzentriert sind. Je nach der Raumgruppe, die dem Cuprit entspricht, besitzen seine in und auf einem Würfel *II* liegenden

[1] H. TRAUBE. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. X. 455. 1895/96.

[2] FR. WALLÉRANT, Bull. de la Soc. franç. de Min. **21**. 235. Paris 1898.

[3] H. A. MIERS, Phil. Mag. **18**. Ser. V. 2. 127. 1884.

[4] J. F. OEBIKE, Kristallographische Untersuchungen an westfälischen Kupfererzen. Inaug.-Diss. Münster 1915. 41.

[5] M. E. CHUARD, Compt. rend. **113**, 2. 194. 1891.

[6] W. H. BRAGG and W. L. BRAGG, X-Rays and Crystal Structure. 155. London 1915.

Atome verschiedene „Wertigkeitszahlen" w und verschiedene „Gleichartigkeitszahlen" n'. Die Wertigkeitszahl w gibt an, durch wieviele Operationen einer Raumgruppe ein Atom in sich selbst übergeführt wird. Die Gleichartigkeitszahl n' gibt an, in wieviele Atome des Würfels *II* ein Atom desselben durch die Operationen der Raumgruppe übergeführt wird. Nach A. Schoenflies[1] besteht zwischen der Flächenzahl N der allgemeinsten Kristallform einer Kristallart, der Anzahl n gleichartiger Atome eines primitiven Parallelepipeds und der Wertigkeit w derselben die Beziehung $w = \frac{N}{n}$. Die obige Größe n' ist im einfachen Würfelgitter gleich n, im raumzentrierten gleich 2n und im flächenzentrierten gleich 4n, so daß für diese drei Gitter

$$w = \frac{N}{n'}, \quad w = \frac{2N}{n'}, \quad w = \frac{4N}{n'}$$ ist.

Die Lage der Atome des Cuprit ist nach W. H. und W. L. Bragg folgende: Die O-Atome bilden zwei einfache Würfelgitter derart, daß raumzentrierte Würfel entstehen; in jedem dieser letzteren liegen um das Zentrum in Diagonalviertelpunkten vier Cu-Atome, so wie die Ecken eines Tetraeders; die Cu-Atome bilden daher vier einfache Würfelgitter. Die Kantenlänge der Würfel beträgt[2] $4{,}29 \times 10^{-8}$ cm.

Die obige Beschreibung stellt nur die Lagen der Atome dar, sagt aber nichts über deren Parallelstellung oder Nicht-Parallelstellung, kurz Orientierung, aus, und ebensowenig über die Atomsymmetrie. Jene Atomlagen lassen sich z. B. auch deuten als vier flächenzentrierte O-Würfelgitter nebst acht flächenzentrierten Cu-Würfelgittern oder auch als acht raumzentrierte O-Würfelgitter nebst sechzehn ebensolchen Cu-Gittern.

Wir machen die Annahme, daß der kleinste in seinen Ecken von O-Atomen besetzte Würfel das „charakteristische Paralleloeder" *II* der Cupritstruktur sei, d. h. daß er das kleinste, die Symmetrie der Cupritstruktur besitzende Paralleloeder darstelle. Jener Würfel umfaßt $\frac{8}{8} + 1$ O-Atome, die in den Ecken und im Zentrum von *II* liegen, und 4 Cu-Atome in den Mittelpunkten von vieren der acht Teilwürfel *II*/8, in die man den Würfel *II* zerschneiden kann.

Dann und nur dann ist eine Raumgruppe mit der Cupritstruktur verträglich, wenn den Ecken und dem Zentrum von *II* einerseits und den Zentren von *II*/8 andererseits kein weiterer Punkt als gleichwertig zugeordnet ist.

In die folgenden Tabellen III—VII sind die Gleichartigkeitszahlen n' und die Wertigkeitszahlen w, die einer Anzahl

[1] A. Schoenflies, Zeitschr. f. Krist. **54**. 545. 1915.
[2] A. Johnsen, Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik. **14**. 105. 1917.

charakteristischer Punkte von II in den verschiedenen regulären Raumgruppen[1] zukommen, eingetragen; und zwar betrachten wir das Zentrum und die Ecken von II, sowie vier der Zentren von $II/8$. Benennt man die acht Teilwürfel von II mit 1, 2, 3, ... 8, wie es Fig. 1 zeigt, so bezeichne T_r die Zentren von 1, 3, 5 und 7 T_l die Zentren von 2, 4, 6 und 8. Die übrigen Abkürzungen $II/64$, A und B werden erst p. 97 erklärt. Außerdem sind in den Tabellen gleichwertige Punkte durch Klammern zusammengefaßt, wobei naturgemäß ein Klammerinhalt sich oft aus mehreren in der

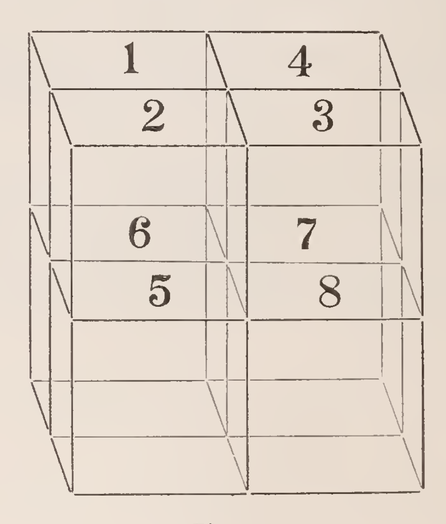


Fig. 1.

Tabelle getrennten Gitterpunkten zusammensetzen muß. Die verschiedenen Teile sind dadurch als zusammengehörig gekennzeichnet, daß sie auf einer und derselben horizontalen Geraden liegen.

Es ergibt sich mit Hilfe der Tabellen, daß nur fünf Raumgruppen mit der Atomanordnung des Cuprits verträglich sind: die tetartoedrische Gruppe $\mathfrak{T}^1$, die tetraedrische Gruppe $\mathfrak{T}_d^1$, die pentagonale Gruppe $\mathfrak{T}_h^2$, die plagiedrische Gruppe O^2[2] und die holoedrische Gruppe O_h^4. Die Gleichartigkeitszahlen für das charakteristische Paralleloeder II, die den Atomen in diesen Gruppen zukommen, sind in Tabelle I eingetragen.

[1] A. Schoenflies, Kristallsysteme u. Kristallstruktur. 534. Leipzig 1891.

[2] Die Gruppe O^2 ist von A. Johnsen, Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik. **14**. Tabelle, 1917 und vorher von P. Niggli, dies. Centralbl. 1916. 504 (nebst Tabelle), für den Cuprit angenommen worden. An gleicher Stelle führt P. Niggli eine Reihe der in den Tabellen III—VII verzeichneten Punktwertigkeiten an.

Tabelle I.

	$\mathfrak{T}^1$	$\mathfrak{T}_d^1$	$\mathfrak{T}_h^2$	O^2	O_h^4
O	1 + 1	1 + 1	2	2	2
Cu	4	4	4	4	4

In den Gruppen $\mathfrak{T}^1$ und $\mathfrak{T}_d^1$ bilden die O-Atome zwei ungleiche Arten, was wohl recht unwahrscheinlich ist. Wir betrachten daher als allein mit der gegebenen Struktur verträgliche Raumgruppen die pentagonale $\mathfrak{T}_h^2$, die plagiedrische O^2 und die holoedrische O_h^4. Die entsprechenden „Minimalsymmetrien" der Atome sind:

Tabelle II.

	$\mathfrak{T}_h^2$	O^2	O_h^4
O	reg. tetartoedr.	reg. tetartoedr.	reg. tetraedr.
Cu	rhomboedr. tetartoedr.	rhomboedr. trapezoedr.	rhomboedr. hol.

Dementsprechend zeigt Fig. 2 die pentagonale, Fig. 3 und 4 zwei enantiomorphe plagiedrische und Fig. 5 die holoedrische Cupritstruktur derart, daß die minimalen Atomsymmetrien durch geeignete Polyeder gekennzeichnet sind.

Diese Ergebnisse wurden gewonnen auf Grund der Annahme, daß der kleinste in seinen Ecken mit O-Atomen besetzte Würfel das „charakteristische Paralleloeder" *II* sei, d. h. das kleinste die volle Symmetrie der Cupritstruktur besitzende Paralleloeder, darstelle. Es ist jedoch denkbar, daß erst 8, 8^2, 8^3 . . . dieser Würfel ein *II* ausmachen.

Stellt beispielsweise erst ein Komplex von acht solchen Würfeln das charakteristische Paralleloeder *II* dar, so umfaßt dieses 16 O-Atome, die in Ecken, Zentrum, Flächen- und Kantenmitten von *II*, sowie in allen Zentren von *II*/8 liegen, und 32 Cu-Atome, welche Zentren von Teilwürfeln *II*/64 besetzt halten. Dann ergeben sich naturgemäß andere Raumgruppen als unter der obigen Annahme eines möglichst kleinen charakteristischen Paralleloeders. Diese Raumgruppen können leicht mit Hilfe der Tabellen III—VII aufgesucht werden, in denen außer den vorhin betrachteten Punkten auch die Flächen- und Kantenmitten von *II*, sowie die Zentren von *II*/64 berücksichtigt sind. Dabei sind folgende Abkürzungen gebraucht: Teilt man jeden der Würfel *II*/8 wieder in 8 Teilwürfel, die, wie vorher die Teilwürfel *II*/8, nach Fig. 1 mit 1. 2. 3 ... 8 benannt werden, so sind diese kleinsten Würfel durch $1_1, 1_2, \ldots 1_8$; $2_1, 2_2, \ldots 2_8$; ... $8_1, 8_2, \ldots 8_8$ genügend gekennzeichnet. Dann bedeuten:

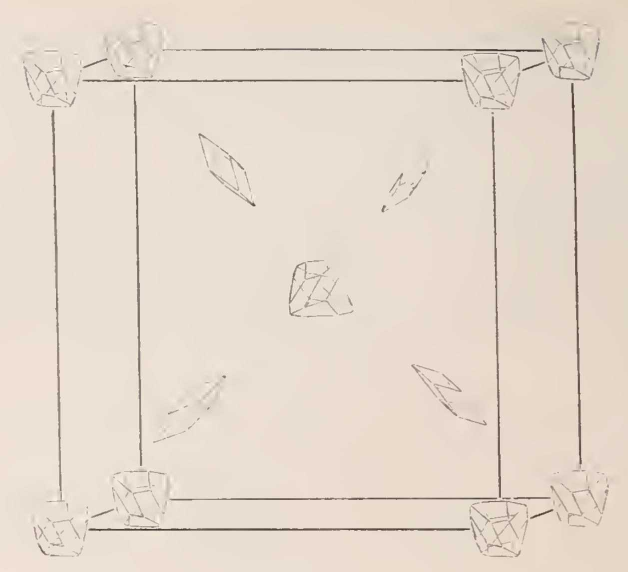


Fig. 2.

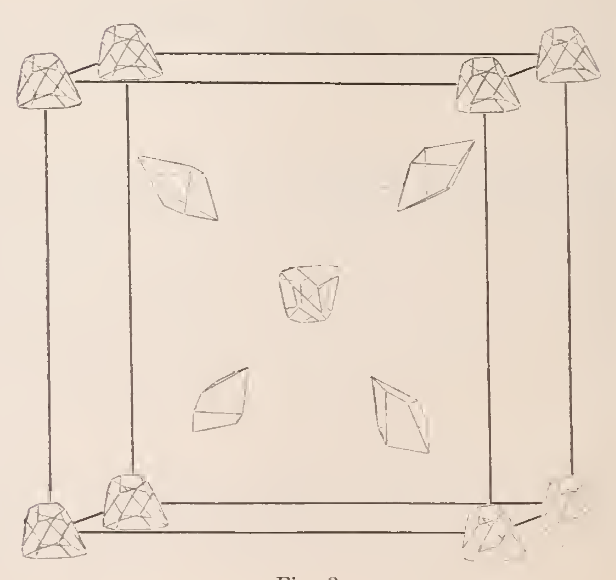


Fig. 3.

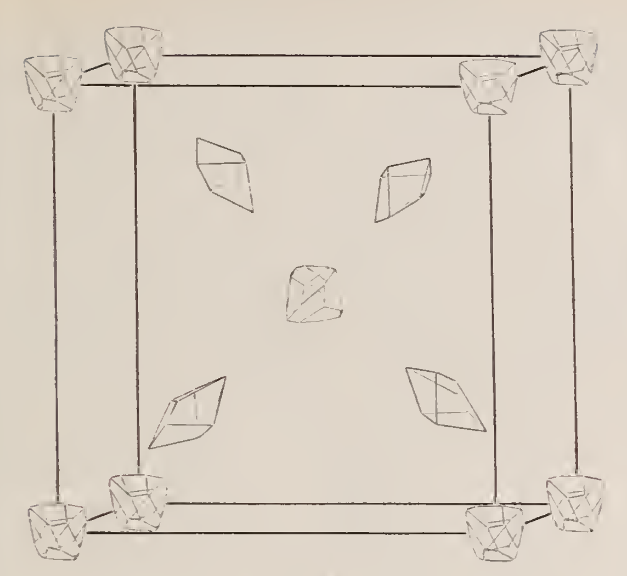


Fig. 4.

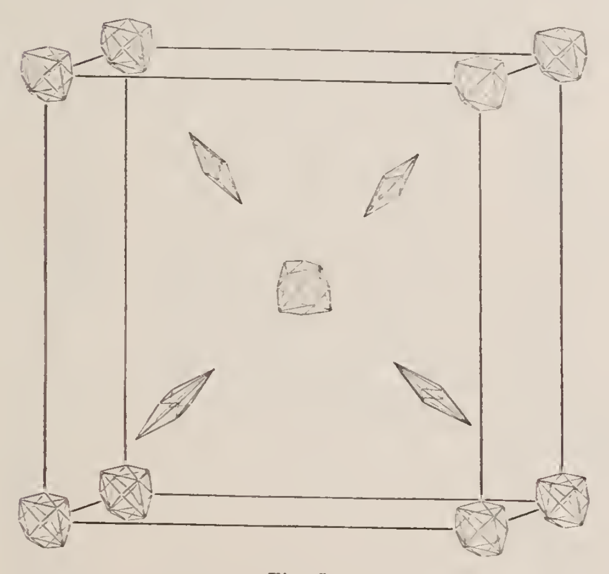


Fig. 5.

Tabelle III. **Reguläre Tetartoedrie.** $N = 12$.

Symbol der Raumgruppe	Beziehung zwischen n′ und n	*11* Zentrum	Ecken	Flächenmitten	Kantenmitten	*11/8* Zentren		*11/64* Zentren							
						T_r	T_l	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
$\mathfrak{T}^1$	n′ = n	n′ = 1 w = 12	n′ = 1 w = 12	n′ = 3 w = 4	n′ = 3 w = 4	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 12 w = 1	n′ = 12 w = 1	n′ = 12 w = 1	n′ = 12 w = 1
$\mathfrak{T}^2$	n′ = 4 n	n′ = 4	n′ = 4	w = 12	w = 12	n′ = 4 w = 12	n′ = 4 w = 12	n′ = 16	n′ = 16	n′ = 16	n′ = 16	w = 3	w = 3	w = 3	w = 3
$\mathfrak{T}^3$	n′ = 2 n	n′ = 2	w = 12	n′ = 6	w = 4	n′ = 8	w = 3	n′ = 8	w = 3	n′ = 8	w = 3	n′ = 24	w = 1	n′ = 24	w = 1
								B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
$\mathfrak{T}^4$	n′ = n	n′ = 4	n′ = 4	w = 3	w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 4 w = 3	n′ = 12 w = 1	n′ = 12 w = 1	n′ = 12 w = 1	n′ = 12 w = 1
$\mathfrak{T}^5$	n′ = 2 n	n′ = 8		w = 3		n′ = 8	w = 3	n′ = 8	w = 3	n′ = 8	w = 3	n′ = 24	w = 1	n′ = 24	w = 1

Tabelle IV. **Pentagonale Hemiedrie.** $N = 24$.

Symbol der Raumgruppe	Beziehung zwischen n' und n	Π				$\Pi/8$		$\Pi/64$							
		Zentrum	Ecken	Flächenmitten	Kantenmitten	Zentren		Zentren							
						T_r	T_1	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
$\mathfrak{T}_h^1$	n' = n	n' = 1 w = 24	n' = 1 w = 24	n' = 3 w = 8	n' = 3 w = 8	n' = 8 w = 3		n' = 8	n' = 8 w = 3		w = 3 n' = 24		n' = 24 w = 1		w = 1
$\mathfrak{T}_h^2$	n' = n	n' = 2	w = 12	n' = 6	w = 4	n' = 4 w = 6	n' = 4 w = 6	n' = 8	n' = 8	w = 3	w = 3	n' = 24	n' = 24	w = 1	w = 1
$\mathfrak{T}_h^3$	n' = 4 n	n' = 4	n' = 4	w = 24	w = 24	n' = 8	w = 12		n' = 32		n' = 32 w = 3		w = 3		
$\mathfrak{T}_h^4$	n' = 4 n		n' = 8	w = 12	n' = 8 w = 12			n' = 16	n' = 16	n' = 32		w = 6	w = 6	w = 3	
$\mathfrak{T}_h^5$	n' = 2 n	n' = 2	w = 24	n' = 6	w = 8	n' = 8	w = 6	n' = 16		w = 3		n' = 48		w = 1	
								B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
$\mathfrak{T}_h^6$	n' = n	n' = 4	n' = 4	w = 6	w = 6	n' = 8	w = 3	n' = 8	n' = 8	w = 3	w = 3	n' = 24	n' = 24	w = 1	w = 1
$\mathfrak{T}_h^7$	n' = 2 n	n' = 8		w = 6		n' = 8	w = 6	n' = 16		w = 3		n' = 48		w = 1	

Tabelle V. **Tetraedrische Hemiedrie.** $N = 24$.

Symbol der Raum-gruppe	Beziehung zwischen n′ und n	// Zentrum	// Ecken	// Flächen-mitten	// Kanten-mitten	//8 Zentren T_r	//8 Zentren T_l	//24 Zentren A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
$\mathfrak{T}_d^1$	n′ = n	n′ = 1, w = 24	n′ = 1, w = 24	n′ = 3, w = 8	n′ = 3, w = 8	n′ = 4, w = 6	n′ = 4, w = 6	n′ = 4, w = 6	n′ = 4, w = 6	n′ = 4, w = 6	n′ = 4, w = 6	n′ = 12, w = 2	n′ = 12, w = 2	n′ = 12, w = 2	n′ = 12, w = 2
$\mathfrak{T}_d^2$	n′ = 4 n	n′ = 4	n′ = 1	w = 24	w = 24	n′ = 4, w = 24	n′ = 4, w = 24	n′ = 16	n′ = 16	n′ = 16	n′ = 16	w = 6	w = 6	w = 6	w = 6
$\mathfrak{T}_d^3$	n′ = 2 n	n′ = 2	w = 24	n′ = 6	w = 8	n′ = 8	w = 6	n′ = 8	w = 6	n′ = 8	w = 6	n′ = 24	w = 2	n′ = 24	w = 2
$\mathfrak{T}_d^4$	n′ = n	n′ = 2	w = 12	n′ = 6	w = 4	n′ = 8	w = 3	n′ = 8	w = 3	n′ = 8	w = 3	n′ = 24	w = 1	n′ = 24	w = 1
$\mathfrak{T}_d^5$	n′ = 4 n		n′ = 8	w = 12		n′ = 8	w = 12	n′ = 32		n′ = 32		w = 3		w = 3	
								B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
$\mathfrak{T}_d^6$	n′ = 2 n			n′ = 16	w = 3			n′ = 16		w = 3			n′ = 48	w = 1	

Tabelle VI. Plagiedrische Hemiedrie. N = 24.

Symbol der Raumgruppe	Beziehung zwischen n' und n	H				$H/8$		$H/24$							
		Zentrum	Ecken	Flächenmitten	Kantenmitten	Zentren		Zentren							
						T_r	T_l	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
O^1	n' = n	n' = 1 w = 24	n' = 1 w = 24	n' = 3 w = 8	n' = 3 w = 8	n' = 8	w = 3	n' = 8	n' = 8	w = 3	w = 3	n' = 24	n' = 24	w = 1	w = 1
O^2	n' = n	n' = 2	w = 12	n' = 6	w = 4	n' = 4 w = 6	n' = 4 w = 6	n' = 8	n' = 8	w = 3	w = 3	n' = 24	n' = 24	w = 1	w = 1
O^3	n' = 4 n	n' = 4	n' = 4	w = 24	w = 24	n' = 8	w = 12	—		n' = 32	n' = 32	w = 3	w = 3		—
O^4	n' = 4 n	—	n' = 8	w = 12	n' = 8 w = 12	—	—	n' = 16	n' = 16	n' = 32		w = 6	w = 6	w = 3	
O^5	n' = 2 n	n' = 2	w = 24	n' = 6	w = 8	n' = 8	w = 6		n' = 16	w = 3			n' = 48	w = 1	
								B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
O^6	n' = n	—	n' = 8	w = 3	n' = 8 w = 3	—	—	n' = 4 w = 6	n' = 4 w = 6	n' = 8	w = 3	n' = 12 w = 2	n' = 12 w = 2	n' = 24	w = 1
O^7	n' = n	—	n' = 8	w = 3	n' = 8 w = 3		—	n' = 8	w = 3	n' = 4 w = 6	n' = 4 w = 6	n' = 24	w = 1	n' = 12 w = 2	n' = 12 w = 2
O^8	n' = 2 n			n' = 16	w = 3			n' = 6	w = 6	n' = 8	w = 6	n' = 24	w = 2	n' = 24	w = 2

Tabelle VII. **Reguläre Holoedrie.** $N = 48$.

Symbol der Raumgruppe	Beziehung zwischen n' und n	*H* Zentrum	*H* Ecken	*H* Flächenmitten	*H* Kantenmitten	*H*/8 Zentren T_r	*H*/8 Zentren T_l	*H*/64 Zentren A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
O_h^1	$n' = n$	$n' = 1$ $w = 48$	$n' = 1$ $w = 48$	$n' = 3$ $w = 16$	$n' = 3$ $w = 16$	$n' = 8$	$w = 6$	$n' = 8$	$n' = 8$	$w = 6$	$w = 6$	$n' = 24$	$n' = 24$	$w = 2$	$w = 2$
O_h^2	$n' = n$	$n' = 2$	$w = 24$	$n' = 6$	$w = 8$	$n' = 8$	$w = 6$		$n' = 16$	$w = 3$			$n' = 48$	$w = 1$	
O_h^3	$n' = n$	$n' = 2$	$w = 24$	$n' = 6$	$w = 8$	$n' = 8$	$w = 6$		$n' = 16$	$w = 3$			$n' = 48$	$w = 1$	
O_h^4	$n' = n$	$n' = 2$	$w = 24$	$n' = 6$	$w = 8$	$n' = 4$ $w = 12$	$n' = 4$ $w = 12$	$n' = 8$	$n' = 8$	$w = 6$	$w = 6$	$n' = 24$	$n' = 24$	$w = 2$	$w = 2$
O_h^5	$n' = 4n$	$n' = 4$	$n' = 4$	$w = 48$	$w = 48$	$n' = 8$	$w = 24$		$n' = 32$		$n' = 32$	$w = 6$	$w = 6$		
O_h^6	$n' = 4n$		$n' = 8$	$w = 24$		$n' = 8$	$w = 24$				$n' = 64$	$w = 3$			
O_h^7	$n' = 4n$		$n' = 8$	$w = 24$	$n' = 8$		$w = 24$	$n' = 16$	$n' = 16$	$n' = 32$		$w = 12$	$w = 12$	$w = 6$	
O_h^8	$n' = 4n$			$n' = 16$	$w = 12$				$n' = 32$	$n' = 32$		$w = 6$		$w = 6$	
O_h^9	$n' = 2n$	$n' = 2$	$w = 48$	$n' = 6$	$w = 16$	$n' = 8$	$w = 12$		$n' = 16$	$w = 6$			$n' = 48$	$w = 2$	
								B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
O_h^{10}	$n' = 2n$			$n' = 16$	$w = 6$				$n' = 16$	$w = 6$			$n' = 48$	$w = 2$	

A_1 die Zentren von 1_1, 3_3, 5_5 und 7_7;
A_2 „ „ „ 2_7, 4_5, 6_3 und 8_1;
A_3 „ „ „ 1_8, 3_6, 5_4 und 7_2;
A_4 „ „ „ 2_2, 4_4, 6_6 und 8_8;
A_5 „ „ „ 1_3, 1_5, 1_7, 3_1, 3_5, 3_7, 5_1, 5_3, 5_7, 7_1, 7_3 und 7_5;
A_6 „ „ „ 2_1, 2_3, 2_5, 4_1, 4_3, 4_7, 6_1, 6_5, 6_7, 8_3, 8_5 und 8_7;
A_7 „ „ „ 1_2, 1_4, 1_6, 3_2, 3_4, 3_8, 5_2, 5_6, 5_8, 7_4, 7_6 und 7_8;
A_8 „ „ „ 2_4, 2_6, 2_8, 4_2, 4_6, 4_8, 6_2, 6_4, 6_8, 8_2, 8_4 und 8_6;

B_1 „ „ „ 1_5, 3_3, 5_7 und 7_1;
B_2 „ „ „ 2_1, 4_7, 6_3 und 8_5;
B_3 „ „ „ 1_4, 3_6, 5_2 und 7_8;
B_4 „ „ „ 2_8, 4_2, 6_6 und 8_4;
B_5 „ „ „ 1_1, 1_3, 1_7, 3_1, 3_5, 3_7, 5_1, 5_3, 5_5, 7_3, 7_5 und 7_7;
B_6 „ „ „ 2_3, 2_5, 2_7, 4_1, 4_3, 4_5, 6_1, 6_5, 6_7, 8_1, 8_3 und 8_7;
B_7 „ „ „ 1_2, 1_6, 1_8, 3_2, 3_4, 3_8, 5_4, 5_6, 5_8, 7_2, 7_4 und 7_6;
B_8 „ „ „ 2_2, 2_4, 2_6, 4_4, 4_6, 4_8, 6_2, 6_4, 6_8, 8_2, 8_6 und 8_8.

Man kann fortfahren, den Bereich *II* immer größer zu wählen. Eine Zusammensetzung von 8^{13} kleinsten Würfeln gibt aber ein *II* von der Größenordnung 10^{-11} cm^3, womit bereits die Größe der durch Wilhelm Ostwald's Impfversuche gemessenen Kristallkeime erreicht ist. Es hat daher keinen Sinn, noch größere Bereiche *II* in Betracht zu ziehen.

Dazu kommt, daß bereits bei einem aus $8^2 = 64$ kleinsten Würfeln aufgebautem *II* die Symmetrieebenen und die Inversionszentren zu weit auseinanderrücken. Es würden dann nämlich die tetraedrisch angeordneten Cu-Atome weder durch Spiegelung noch durch Inversion ineinander übergeführt werden.

Die von W. H. und W. L. Bragg ermittelte Struktur ist also mit der pentagonalen und mit der plagiedrischen Hemiedrie sowie mit der Holoedrie des regulären Systems verträglich.

3. Schluß.

Der Cuprit kann aus strukturtheoretischen Gründen nicht wohl für tetraedrisch oder tetartoedrisch erklärt werden; die von Chuard (l. c.) beobachteten Tetraeder dürften also eine zufällige Verzerrung von Oktaedern gewesen sein.

Die pentagonale Hemiedrie darf aus der Reihe der möglichen Symmetrien von Rotkupfererz deswegen ausgeschlossen werden, weil niemals Anzeichen dafür beobachtet wurden.

Die Entscheidung, ob Cuprit plagiedrisch oder holoedrisch ist, sowie Entscheidungen über die Symmetrie der Kristallarten überhaupt, werden mit Sicherheit wohl erst dann getroffen werden können, wenn es gelungen ist, die Symmetrie der Atome experimentell festzustellen.

Zur Kenntnis des persischen Miocäns (Korallen).

Von **W. O. Dietrich**, Berlin.

Fossilreiche küstennahe Miocänkalke sind in Persien durch Tietze und Stahl in weiter Verbreitung bekannt gemacht worden. Stahl hat die von ihm gefundenen Vorkommnisse in Nordwest-, Zentral- und Nordostpersien alle in die erste Mediterranstufe (das Burdigal) gestellt, wobei er sie mit Abich's Supranummulitenkalk vom Urmiasee parallelisierte. Die Fossilbestimmungen, die er in seinen Arbeiten veröffentlichte[1], hauptsächlich Austern- und Pectenarten, rühren nicht von ihm, sondern von anderer Seite her. Einige Korallen aus diesen Schichten hat Felix[2] bestimmt und beschrieben. Der Umstand, daß nicht alle Korallen aus den in Berlin befindlichen Stahl'schen Aufsammlungen Felix vorgelegen haben, veranlaßte mich zu einer Durchsicht der Stahl'schen Sammlung. Dabei ergaben sich auf Grund schriftlicher Mitteilungen und handschriftlicher Eintragungen Stahl's in seine Routenkarten Widersprüche mit seinen Veröffentlichungen, welche besonders die Fundorte der Korallen teilweise unsicher erscheinen lassen. Ich bin diesen Widersprüchen bezw. Irrtümern nachgegangen und möchte im folgenden kurz in Form einer Übersicht über die bisher aus dem persischen Miocän bekannten Korallen meine Feststellungen und die Bestimmungen der unveröffentlichten Korallenfunde mitteilen.

Prov. **Aserbeidjan** (Reise Täbris—Zendjan).

Heliastrea cf. *Defrancei* E. et H.

1909. *Astrocoenia* sp. Stahl, Geologische Beobachtungen im nordwestlichen Persien. Peterm. Mitt. 55. p. 3.

Es handelt sich um drei schlechte Fragmente, die in der Umgebung des Dorfes Hadjiaga, ca. 55 km südöstlich von Täbris, geschlagen wurden. Zwei davon sind Heliastraeen mit runden, flachen Kelchen von 4—5 mm. Öffnung. Die Kelchmittelpunkte sind ca. 8 mm voneinander entfernt. Die schwammige Achse ist wohlentwickelt. Anscheinend drei Septenzyklen. Septocosten kon-

[1] A. F. Stahl, Geologische Beobachtungen in Zentral- und Nordwestpersien. Peterm. Mitt. 53. p. 169 u. 205. 1907; — Geol. Beobachtungen im nordwestlichen Persien. Ibid. 55. p. 1. 1909; — Persien. Im Handbuch der regionalen Geologie. 5, 6. Heidelberg 1911.

[2] J. Felix, Über einige Korallen aus dem persischen Miocän. Sitz.-Ber. Naturforsch. Ges. z. Leipzig. 36. Jahrg. 1909. Leipzig 1910. Die Felix'schen Bestimmungen sind in Stahl's „Persien" (Handb. d. region. Geol. 5. 6. 8. Heft. Heidelberg 1911) nicht aufgenommen.

fluent. Nach STAHL stammen diese Reste aus „miocänen Kalken". Diese Angabe läßt sich bis zu einem gewissen Grade bestätigen, wenn man die Korallen als *Heliastraea Defrancei*, eine weitverbreitete miocäne Art, bestimmt, wofür alle vorhandenen Merkmale sprechen. So weit zu gehen wie DAUS[1], der „ihrem Auftreten im Wiener und Kilikischen Becken zufolge" *H. Defrancei* von Katma (im „Becken von Aleppo") der zweiten Mediterranstufe zuweist, möchte ich für das persische Vorkommen nicht wagen.

Prionastraea irregularis DEFR. sp.

1907. *Goniastraea* sp. (det. FELIX). STAHL, Geol. Beobacht. in Zentral- und Nordwestpersien. PETERM. Mitt. 53. p. 208.
Fundort: Zwischen Para und Tschahlamar (Reise Hamadan—Täbris.)

1910. *Prionastraea irregularis* DEFR. sp, FELIX, a. a. O. p. 7. Taf. 1 Fig. 1.
Fundort: Kala (Reise Täbris—Astara).

In einer brieflichen Mitteilung (1904) gibt STAHL als Fundort dieser Koralle (Fundnummer 357) Arischtenab an, während auf der Routenkarte[2] mit den Eintragungen der Fundnummern ihr Fundpunkt zwischen diesem Ort und Kala verzeichnet ist. Daß STAHL 1907 diese Koralle aus einer ganz anderen Landschaft, nämlich Sainkala, anführt, rührt daher, daß dort, zwischen Para und Tschahlamar, die Aufsammlungen No. 322—356, miocäne Ostreen und Pecten, gemacht wurden und bei der späteren Aufzählung der Versteinerungen in fortlaufender Nummernfolge auch 357 naturgemäß mitgenannt wurde. Wo der Irrtum liegt, läßt sich nicht bestimmt entscheiden, da STAHL seine Funde nicht fortlaufend numeriert und sie später außerdem umnumeriert hat. Dem Gestein nach, einem gelblichen Kalk, könnte die Koralle 357 zu der Molluskenfauna aus der Landschaft Sainkala gehören, doch stimmt sie der Erhaltung nach auch gut mit den Korallen von Hadijaga überein. Man wird also gut tun, diese Koralle ohne bestimmten Fundort, als aus Aserbeidjan stammend, aufzuführen. Von Arischtenab und Kala liegen keine weiteren Fossilien vor.

Kurdistan (Reise Hamadan—Täbris).

Porites sp.

Es liegen (No. 289) vier angewitterte Ästchen vor, deren artliche Bestimmung aussichtslos erscheint. Fundort: Bidjar.

[1] DAUS, Beiträge zur Kenntnis des marinen Miocäns in Kilikien und Nordsyrien. In FRECH, Beitr. z. geol. Kenntnis von Anatolien. III. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVIII. p. 464. 1915.

[2] Siehe STAHL, Reisen in Zentral- und Westpersien. PETERM. Mitt. 51. 1905. Taf. 2.

Die großen Korallen, welche STAHL aus Miocänkalken am linken Ufer des Kizil-Uzan bei Salamatabad angibt, sind hier nicht vorhanden.

Heliastraea sp.

Unsicher, entweder von Bidjar oder aus der Landschaft Sainkala stammend, oder auf der Strecke Salhabad—Kultepe (Hamadan) aufgelesen, ist die Herkunft einer großkelchigen *Heliastraea* (No. 303). Da nur der stark verwitterte Abdruck vorliegt, läßt sich das Stück nicht näher bestimmen.

Hamadan (Reise Hamadan—Täbris).

Heliastraea cf. *Defrancei* E. et H.

1907. *Orbicella* sp. (aff. *Guettardi*) det. FELIX, STAHL, Geol. Beobachtungen in Zentral- und Nordwestpersien. PETERM. Mitt. 53. p. 208. Fundort: Para.

1910. *Orbicella* cf. *Defrancei* FEL. (E. et H. sp.). FELIX. a. a. O. p. 10. Fundort: Kuzetschi (= Mohametabad).

In seinen brieflichen Mitteilungen (1904) gibt STAHL „Kochord" an; handschriftlich hat er auf seiner Routenkarte die Fundnummer 313 dieser Koralle bei Kuzetschi eingetragen. Mit der ersten Angabe ist zweifellos der Fluß Kohord gemeint, an dem Kuzetschi liegt. Die Angabe Para (nördlich Sainkala) bezieht sich dagegen darauf, daß von dort die Nummern 314—321 herrühren. Anscheinend wußte STAHL nicht mehr, ob 313 ebenfalls noch dazugehört oder nicht. Eine Entscheidung ist nicht möglich, da von Kuzetschi sonst nichts vorliegt.

Südlich der Stadt Hamadan gibt STAHL[1] in einer Miocänfauna vom Arpandtale ebenfalls Korallen an; sie sind in der Berliner Suite nicht vertreten.

Irak-Adjemi (Reise Kum—Isfahan).

Cyphastraea Stahli FELIX.

1910. *Cyphastraea Stahli* FELIX, a. a. O. p. 9. Taf. 1 Fig. 2. Fundort: Varkan (randliches Zentralpersien).

Goniopora Collegnoi MICH. sp.

1910. *Goniopora Collegniana* BERN. (MICH. sp.), FELIX. a. a. O. p. 6. Fundort: Varkan.

[1] PETERM. Mitt. 53. 1907. p. 177 (Reise Isfahan—Hamadan).

Kaswin.

Turbinaria sp.

1879. *Turbinaria* sp., FUCHS, Über die von TIETZE aus Persien mitgebrachten Tertiärversteinerungen. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. **41**. p. 12.

Fundort: Siokuhgebirge. Ohne Beschreibung.

Khorassan.

Von Semnan liegt ein geringes Material vor, das seinerzeit FELIX nicht übergeben wurde. Es scheint deswegen interessant, weil Semnan einer der östlichsten Punkte sein dürfte, wo mediterrane Formen aufgesammelt wurden, und weil es Reste großkelchiger Heliastraeen enthält, die wegen ihrer weiten Verbreitung, besonders in oligocänen Schichten, von Wichtigkeit sind.

Semnan, ca. 180 km östlich Teheran, liegt im gefalteten Gebirgsland vor den hohen nordpersischen Randketten. Nach STAHL[1] lagern südöstlich von Semnan in einem Aufbruchsattel Sandsteine und fossilreiche Kalke der ersten Mediterranstufe auf salz- und erdölführenden Mergeln. Die vorliegenden Korallen entstammen aller Wahrscheinlichkeit nach denselben „weißen, tuffartigen Kalken“, aus denen STAHL eine kleine Austern- und Pectenfauna angibt, die er, wie alle von ihm gefundenen versteinerungsreichen Miocänkalkvorkommen, als Untermiocän (Burdigal) bezeichnet. Einen Beweis, daß es sich durchweg um die erste Mediterranstufe handelt, hat STAHL nicht erbracht; die hier befindlichen Austern- und Pectenarten, auf die er sich hauptsächlich stützt, dürften für eine sichere Horizontierung kaum ausreichen. Im übrigen hält STAHL diese fossilreichen Miocänkalke (seine untere Abteilung des persischen Miocäns) ausdrücklich von dem Vorkommen im Siokuhgebirge getrennt, das von FUCHS mit den Schioschichten parallelisiert, von HAUG als Aquitan angesprochen wird. — Die obere Abteilung, die persische Salz- oder Gipsformation, überlagert bei Semnan in mächtiger Folge die Austern- und Pectenkalke. Da die Mergel im Liegenden Erdöl und Salz führen und nach STAHL das Erdöl „unbedingt ein Produkt der Gipsformation ist“, so scheinen bei Semnan komplizierte Lagerungsverhältnisse vorhanden zu sein. Man möchte bei der faziellen und orographischen Analogie mit dem Salzmiocän des östlichen Karpathenvorlandes vermuten, daß bei Semnan eine ähnliche Tektonik vorliegt, wie etwa im ostgalizischen oder Bukowiner Karpathenvorland. Wie das galizische Salzmiocän wird auch die persische Gipsformation im Alter verschieden bewertet; BLANCKENHORN z. B. stellt sie zwischen die erste und zweite Mediterranstufe (Äquivalent des Schliers), während sie

[1] Handbuch der regionalen Geologie. Persien. 1911. p. 18, 40.

Haug u. a. dem Torton zuweisen. Stahl gibt als einzige Versteinerungen der Salz- oder Gipsformation zwei *Clupea*-Arten der Kirchberger Schichten, also brackischen Helvets, an.

Was nun die vier Korallenfragmente betrifft, so tragen sie teils die Bezeichnung Semnan, teils Semnan Naphta, zeigen eine sehr charakteristische rötliche Verwitterungsrinde und bestehen teils aus Calcit, teils aus Baryt. Es handelt sich um folgende Formen:

Cyphastraea distans Reuss sp.

1871. *Solenastraea distans* Reuss. Die fossilen Korallen des österr.-ungar. Miocäns. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. **31**. p. 241. Taf. 7 Fig. 4.
1909. *Solenastraea distans* Macovei. Basin tert. de la Bahna. Annar. Inst. geol. al Roman. **3**. p. 134. Taf. 8 Fig. 1.

Die kleine Knolle mit gewölbter Oberseite stimmt in jeder Hinsicht gut mit der Reuss'schen Art von Nagy Maros und Pecvar überein. Auch die schichtartigen Lagen der Bläschen der Exothek sind zu beobachten, wenngleich die Lagen nicht in so regelmäßigem Abstand voneinander stehen, wie es nach Reuss der Fall sein sollte. *Cyphastraea Stahli* Fel. von Varkan unterscheidet sich von *C. distans* durch die viel geringer entwickelte Exothek.

Reuss gibt auch Grund als möglichen Fundort für *C. distans* an, Macovei hat die Art im Becken von Bahna (Torton) nachgewiesen.

Heliastraea cf. *Guettardi* Defr. sp.

Es liegen zwei Fragmente (No. 356 und 357) einer großkelchigen *Heliastraea* aus der Verwandtschaft der *H. Rochettei*—*H. Guettardi* vor. Die größten Kelche haben genau 1 cm Öffnung. Die Septen sind stark, die Rippen abwechselnd kräftig und schwach. Eine Beschreibung der Kelcheinzelheiten verbietet sich. Das Fragment No. 356 läßt einige auf eine kurze Erstreckung freiwerdende Kelche erkennen. Wenn man *H. Guettardi* als gute Art anerkennt, worüber man die Darlegungen von Oppenheim und Kranz [1] vergleichen möge, so ist für die persischen Stücke die Zugehörigkeit zu dieser Art am wahrscheinlichsten, denn ihrem ganzen Habitus nach entsprechen sie keiner Art besser als dieser. Ich bezeichne sie daher als *H.* cf. *Guettardi.* Jedenfalls erinnern diese persischen Vorkommnisse viel stärker an die großkelchigen Heliastraeen des südalpinen Eocäns und besonders an die der Gomberto-Schichten, während sie mit den drei indischen Arten aus den Gaj-Schichten (unteres Burdigal oder oberes Aquitan) augenscheinlich sehr wenig gemeinsam haben.

---

[1] W. Kranz, Das Tertiär zwischen Castelgomberto etc. G. Anthozoa. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVIII. p. 289. 1914 (dort weitere Zitate).

Von den Formen, die als *H. Guettardi* bezeichnet wurden, liegt mir *H.* cf. *Guettardi* vom Gebel Geneffe in Oberägypten[1] (zweite Mediterranstufe) vor; das Original zeigt durchschnittlich größere Kelche und schärfere Rippen als die persischen Stücke.

Die Gruppe *H. Rochettei—H. Guettardi* ist langlebig; sie reicht vom Eocän bis ins Miocän. Die echte *H. Guettardi* scheint mindestens vom Mitteloligocän (Gomberto-Schichten) an vorhanden[2]; man trifft sie noch im Helvet der Turiner Berge. Vikariierende Formen treten an sehr entfernten Punkten auf, so in Westindien. DUNCAN's *Astraea crassolamellata*, die mir in zwei verkieselten Stücken aus den oligocänen geschichteten Tuffen von Antigua vorliegt, ist eine der *Guettardi* von Turin höchst ähnliche Form, wie denn ja auch diese karibische fossile und die gegenwärtige westindische Korallenwelt als Fragment bezw. Abkömmling einer im Alttertiär durch den tropischen Atlantik längs einer Küstenlinie oder Seichtwasserzone westwärts gewanderten mediterran-europäischen Fauna angesehen wird[3].

? *Cyphastraea Stahli* FELIX.

Das vierte Korallenfragment von Semnan (No. 373) ist teilweise in Baryt umgewandelt und durch Kristallbildung so stark verunstaltet, daß es nicht genau zu bestimmen ist. Ich vermute darin *Cyphastraea Stahli*.

Nimmt man, wie STAHL tut, die im Vorstehenden aufgeführten Vorkommnisse (abgesehen vom Siokuhgebirge) als gleichalterig an, so erhält man folgendes Fragment der miocänen Riffkorallenwelt Persiens:

Fam. Astraeidae:

Heliastraea cf. *Defrancei* E. et H.
„ cf. *Guettardi* DEFR.
„ sp.
Prionastraea irregularis DEFR.
Cyphastraea Stahli? FEL.
„ *distans* REUSS

Fam. Poritidae:

Goniopora Collegnoi MICH.
Porites sp.

[1] FELIX, Korallen aus ägyptischen Miocänbildungen. Z. D. G. G. 55. p. 10. Taf. 1 Fig. 5. 1903.

[2] OPPENHEIM, Alttertiäre Korallen vom Nordrand der Madonie in Sizilien. Dies. Centralbl. p. 696. 1914.

[3] Die früher betonten engen Beziehungen zur europäischen Miocänfauna (Helvet von Turin) treten allerdings in den neuesten Fossillisten der Tertiärfauna Antiguas nicht mehr sehr deutlich hervor. Vergl. A. P. BROWN, Notes on the Geology of the Island of Antigua. Proc. Ac. Nat. Sci. Philad. 65. p. 584. 1914, wo als einzige Turiner Art nur noch *Astrocoenia ornata* E. et H. genannt wird.

Die Übereinstimmung mit der Korallenfauna des armenischen, kilikischen und nordsyrischen Miocäns wäre fast vollständig, wenn, wie dort, in Persien auch noch so bezeichnende und weitverbreitete kleinkelchige Heliastraeen wie *H. Ellisi* und *H. Reussi* nachgewiesen wären. Die Korallen des kilikischen Miocäns gehören nach FRECH [1] und DAUS [2] einem tieferen Horizont der zweiten Mediterranstufe, die des nordsyrischen nach BLANCKENHORN [3] der oberen Hälfte der zweiten Mediterranstufe, die Armeniens nach OSWALD [4] dem oberen Helvet an. Ohne eine erneute Bearbeitung der Mollusken der STAHL'schen Aufsammlungen scheint es verfrüht, das persische fossilreiche kalkige Miocän heute schon einer bestimmten Stufe des Miocäns zuzuweisen.

Geologisch-paläontologisches Institut, August 1917.

[1] F. FRECH, Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. Z. D. G. G. 68. p. 75—80. 1916.

[2] DAUS, a. a. O. p. 441—449, 463—468.

[3] BLANCKENHORN, Syrien, Arabien und Mesopotamien. Im Handbuch der regionalen Geologie. 5. 4. p. 33. 1914.

[4] F. OSWALD-WILCKENS, Armenien. Im Handb. d. region. Geol. 5, 3. p. 16. 1912.

Personalia.

Gestorben: Dr. **H. Mylius**, Privatdozent für Geologie an der Technischen Hochschule in München.

Gefallen: Dr. **Max Horn** aus Schiltigheim-Straßburg (promovierte 1914 in Königsberg mit einer Arbeit über Ladinische Knollenkalke) als Lt. d. Res. und Kompagnieführer in Flandern. — Dr. **Walther Boese** aus Berlin, als Lt. d. Res. am 2. September 1917 vor Riga.

Habilitiert: Der Assistent am Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Frankfurt, Dr. phil. nat. **Wilhelm Eitel**, in der Naturwissenschaftlichen Fakultät für das Fach der Mineralogie und Petrographie.

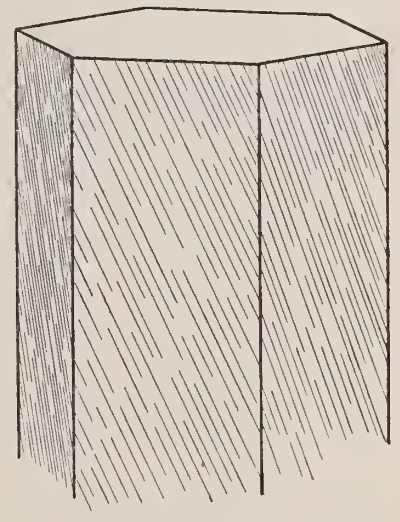
Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Kristallform des Baryumjodidhexahydrats.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Mit 1 Textfigur.

Beim Umkristallisieren des käuflichen Baryumjodids bei gewöhnlicher Temperatur erhält man zuweilen große stenglige Kristalle ohne deutliche Endflächen; sie sind hexagonal[1] und vermutlich dem $SrCl_2 . 6 H_2O$ isomorph. Allerdings haben bisher alle Analysen 7 oder sogar noch mehr H_2O ergeben, auch Bestimmungen an den vorliegenden Kristallen[2], indessen konnte hier festgestellt werden, daß die Kristalle stets Schnüre von Mutterlaugeneinschlüssen führen, von denen sie sich durch Trocknen des fein zerkleinerten Salzes deshalb schwer vollständig befreien lassen, weil die oberflächlich liegenden Teile des Pulvers im mäßig geheizten Zimmer sehr bald Anfänge von Verwitterung zeigen.



Diese Kristalle sind dadurch interessant, daß sie sehr deutlich Enantiomorphie verraten, indem die Prismenflächen stets eine schräge Streifung nach nur einer Richtung zeigen, und zwar auf allen Säulenflächen und bei allen Kristallen von etwa 10 Kristallisationen stets nach links oben (wie Figur), auch bei solchen Kristallisationen, wo der Lösung ein aktiver Körper (Rohrzucker) zugesetzt war.

Die Streifung ist offenbar noch mit trapezoedrischer Hemiedrie verträglich; trotzdem sie recht grob ist, gelang es nicht, die in ihr liegenden Flächen zu ermitteln und so festzustellen,

[1] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. 1889. I. 172.

[2] Bestimmung der entsprechenden Menge $BaSO_4$; eine Wasserbestimmung als Verlust ist nicht angängig, da das Salz schon bei schwachem Erwärmen an der Luft auch Jod verliert.

ob auf allen Flächen der Säule dieselben zwei unter entgegengesetzt gleichem Winkel zur Hauptfläche geneigten Flächen in der Streifung liegen (trapez. Hem.) oder ob dies nur auf den abwechselnden der Fall ist (trapez. Tetart.) oder ob dies gar nicht der Fall ist, an beiden Enden der Hauptachse also verschiedene Flächen liegen (I. hemim. Tetart. u. Ogdoedrie). Da der Winkel der Streifung zur Achse auf allen Säulenflächen derselbe ist (ungefähr 35°), könnte man Sechszähligkeit der Hauptachse annehmen, wenn man aber bedenkt, daß für $SrBr_2 . 6H_2O$ von Eppler[1] nur Dreizähligkeit festgestellt ist, wird dies auch hier wahrscheinlich, und da Anzeichen von Hemimorphie fehlen, wird man einstweilen trapezoedrische Tetartoedrie annehmen können.

An einigen Kristallen wurden vereinzelte, roh meßbare Endflächen (neben 0001) aufgefunden; sie bestätigen die geometrische (und damit auch wohl die chemische) Analogie mit $SrBr_2 . 6H_2O$. Nimmt man die auftretenden Säulen als erster Ordnung und gibt der gewöhnlichen Pyramide das Zeichen $(20\bar{2}1)$, so wird:

$$\dot{c} = 0{,}538 \text{ (bei } SrBr_2 . 2H_2O \quad \dot{c} = 0{,}515)$$
$$20\bar{2}1 : 0001 = 51^\circ 11'.$$

Auch $(10\bar{1}1)$ kommt vor; $10\bar{1}1 : 0001 = 32^\circ 0'$ gem. ($31^\circ 52'$ ber.); ebenso finden sich Andeutungen einer nicht meßbaren Fläche, die nach ihrem Zonenverband $(11\bar{2}1)$ zu sein scheint. Die Streifung auf $(10\bar{1}0)$ entspricht nicht einer einfachen Zone.

Die Kristalle haben keine deutliche Spaltbarkeit, sind optisch einachsig, negativ, ziemlich stark doppelbrechend, auch in Platten von 10 mm Dicke war keine Zirkularpolarisation bemerkbar, obwohl die Kristalle, nach der Streifung zu urteilen, niemals Verwachsungen von Rechten mit Linken sind. Die Kristalle zeigen in Schnitten $\parallel$ (0001) zuweilen zierliche bräunliche Zonen in der Form konzentrisch ineinanderliegender Sechsecke, welche anscheinend durch Zersetzungsprodukte gefärbt sind; die Kristalle aus der mit etwas Rohrzucker versetzten Lösung waren schwach pfirsichblütrot und pleochroitisch: für Schwingungen $\parallel$ der Achse violettrot, $\perp$ dazu gelblich.

In der früheren Untersuchung (l. c. p. 173) wurde die Angabe gemacht, daß die Kristalle durch Erwärmen auf 50° und ebenso beim Pressen in ihrem Kristallwasser schmelzen unter Ausscheidung des mit $BaBr_2 . 2H_2O$ isomorphen Salzes. Das ist aber, wie ich mich jetzt überzeugt habe, nicht richtig. Möglichst gut (allerdings kaum vollständig) von Mutterlaugeneinschlüssen befreites Kristallpulver schmilzt vielmehr schon bei 25,7° in seinem Kristallwasser unter Abscheidung des wasserärmeren Salzes, und da bei den früheren Versuchen das Salz zwischen zwei Objektträgern mit

[1] Zeitschr. f. Krist. **30**. 129. 1899.

den Fingern gepreßt wurde, dürfte die dabei dem Präparat mitgeteilte Körperwärme ausgereicht haben, eine Schmelzung durch bloße Pressung vorzutäuschen.

In mehreren Kristallisationen von $SrBr_2 . 6H_2O$ wurden niemals Spuren niederer als rhomboedrischer Symmetrie weder in der Verteilung noch Streifung der Flächen beobachtet, ebensowenig (an Platten bis 2 mm Dicke) Zirkularpolarisation.

Die Anwendung der Häufungsmethode auf zweikreisige Kristallmessung.

Von **T. J. Woyno** in Zürich.

Mit 7 Textfiguren.

Bei kristallographischer Untersuchung kegelförmig gerundeter Zinkblendezwillinge von Tiffin (Ohio) zeigten die beobachteten Flächenlagen erhebliche Schwankungen, die einerseits durch die kegelförmige Gestalt der Kristalle, andererseits durch Zwillingsbildung bedingt waren. Es lag also ein Fall vor, bei welchem die Fehler des Goniometers ohne Bedenken vernachlässigt werden konnten; ferner waren die beobachteten Schwankungen mit Sicherheit als systematische Fehler des Materials zu bewerten. Diese beiden Umstände erlaubten nicht, ohne vorhergehende Kritik einen Mittelwert aus den Beobachtungsresultaten zu bilden, auch war es notwendig, die Verhältnisse übersichtlicher darzustellen, als es die bloßen Zahlen tun, um sich über die Größe und den Charakter der Schwankungen zu orientieren. Da die ganze Untersuchung wegen der Beschaffenheit des Materials nur zweikreisig ausgeführt werden konnte, so ließen sich ihre Resultate graphisch als Punktmengen auf der Kugel darstellen. Es war nur notwendig, diese Punktmengen in beliebig großem Maßstabe abzubilden, um die gewünschte Übersicht zu erlangen. Das einfache Verfahren, welches zu diesem Zwecke ausgearbeitet wurde, soll im folgenden erörtert werden; die Aufgabe selbst läuft darauf hinaus, die von E. A. Wülfing kürzlich eingeführte Häufungsmethode[1] auf die zweikreisige Messung auszudehnen.

Vor allem mag hervorgehoben werden, daß das Wesen der Häufungsmethode von der speziellen Beobachtungsart, auf welche sie angewandt wird, unabhängig ist. Diese Feststellung ist notwendig, wenn man sie von dem Felde der einkreisigen Messung auf andere Gebiete übertragen will; diese Gebiete brauchen nicht einmal der Kristallographie anzugehören, da die Methode sich

[1] Sitz.-Ber. Heidelberg. Akad. d. Wiss. 1916. Abt. A. 11. Abh.

ebensogut für jede exakte Forschung an Naturobjekten eignet. In allen Fällen wird an einer Reihe von Objekten, welche wir in bezug auf gewisse meßbare Größen als einander gleich betrachten, eine Anzahl von Beobachtungen angestellt; diese Beobachtungen können sich auf mehrere verschiedenartige Größen beziehen. In der Regel wird ein und dieselbe Beobachtung nicht an dem gleichen Objekt wiederholt. Die zu einer bestimmten Größe gehörenden Beobachtungsresultate müssen, falls die Objekte wirklich innerhalb gewisser Grenzen gleich sind, eine Häufung um einen Mittelwert herum aufweisen, d. h. ihre in Zahlen ausgedrückten Werte dürfen erstens nicht zu weit auseinanderliegen und zweitens müssen innerhalb der Zahlenreihe Wiederholungen derselben Werte vorkommen. Letztere Forderung wird freilich nur dann erfüllt, wenn die Meßmethode der Beschaffenheit der Objekte richtig angepaßt ist, d. h. wenn bei der Messung die Genauigkeit der Ablesungen nicht übertrieben wurde. Man kann in dieser Hinsicht Häufungen mit und ohne Wiederholung unterscheiden; erstere verdienen bei der Aufstellung von physiographischen Daten den Vorzug, weil sie leichter zur richtigen Bewertung der Untersuchung führen. Eine einfache Überlegung zeigt die Möglichkeit der beiden Häufungsarten. Messen wir z. B. 50mal den Oktaederwinkel an mehreren Kanten mehrerer nicht allzu gut ausgebildeter Spinellkristalle und lesen jedesmal nur auf 1′ genau ab, so können wir erwarten, daß sich die Werte 70° 31′ und 70° 32′ in der erhaltenen Zahlenreihe mehrfach wiederholen; würden wir aber dieselbe Messung an demselben Material bis auf 1″ genau ausführen, dann wäre es möglich, daß keiner von den erhaltenen Werten auch nur zweimal auftritt, weil die Anzahl der Werte, welche für die Ablesungen in Frage kommen, 60mal größer ist als im ersten Falle. Das Auftreten oder Nichtauftreten von Wiederholungen ist also von der Genauigkeit der Messung abhängig; andererseits kann auch die Brauchbarkeit einer Untersuchung in bezug auf das untersuchte Material durch das Ablesungsintervall charakterisiert werden, bei welchem bestimmte Wiederholungen auftreten. Das graphische Bild der Häufung ändert sich selbstverständlich entsprechend der zugehörigen Zahlenreihe; daraus folgt, daß man nur Bilder mit gleichem Ablesungsintervall unmittelbar miteinander vergleichen darf. Als Beispiel für die Veränderung mag die Fig. 4 p. 10 der zitierten Abhandlung von E. A. Wülfing angeführt werden, welche sich auf Messungen des Spaltwinkels am Anorthit bezieht. In Fig. 1a sind diese Verhältnisse für das Ablesungsintervall von $\frac{1}{2}'$ dargestellt, wobei keine deutliche Häufung zu sehen ist; in Fig. 1b ist das Intervall gleich 10′ genommen worden; dadurch wird auf Kosten der Genauigkeit eine ausgesprochene Häufung beim Werte 85° 50′ erzeugt, der freilich entsprechend dem Ablesungsintervall jetzt nur noch als $85\frac{5}{6}^0$ geschrieben werden darf.

Es wäre eine interessante Aufgabe, von diesem Gesichtspunkte aus mehrere Beobachtungsreihen zu studieren; dies wird aber erst dann möglich sein, wenn eine größere Anzahl kristallographischer Arbeiten vorliegt, in welchen entsprechend der von E. A. Wülfing aufgestellten Forderung (l. c. p. 21 und 28) alle Einzelwerte der Messung veröffentlicht sind. Solche statistische Studien würden letzten Endes zur richtigen Bewertung des kristallographischen Untersuchungsmaterials führen; gleichzeitig könnten Forderungen, die man an zuverlässige physiographische Daten stellt, zahlenmäßig begründet werden.

Die bildliche Darstellung der Häufung dient zur Veranschaulichung der Resultate und zur Erleichterung der Kritik und der Auswahl für die Mittelwertbildung. Sie wird um so komplizierter, je vielseitiger die Untersuchung der Objekte ist, d. h. je mehr heterogene Werte in einem Bilde vereinigt werden müssen. Als Beispiel dafür können die graphischen Darstellungen der chemischen Gesteins-

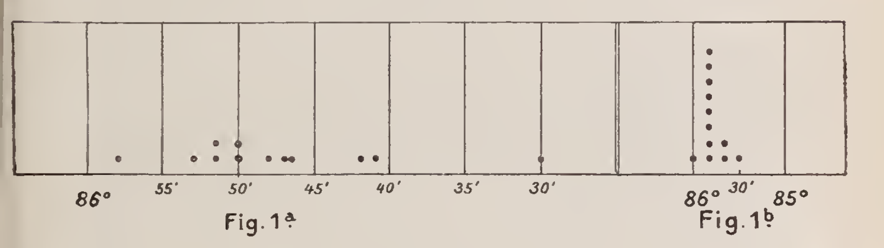


Fig. 1a. Fig. 1b.

analysen dienen, welche bereits ihre eigene Literatur besitzen und immer noch vermehrt oder modifiziert werden. Wo diese graphischen Darstellungen zu Zwecken der Klassifikation benutzt werden, dort hat man mit Häufungen zu tun; darüber geben z. B. die bekannten Projektionen im Osann'schen Dreieck in der Originalabhandlung von A. Osann (Tscherm. M. P. M. 1900—1903, 19—22) und in den „Kristallinen Schiefern“ von U. Grubenmann (II. Teil, Berlin 1907 u. 2. Aufl. 1910) ohne weiteres Aufschluß. Als Objekt gilt dort die einzelne Gesteinsgruppe, deren chemisches Bild durch mehr oder weniger ausgeprägte Häufung zustande kommt.

Aber auch homogene, nur eine Größe darstellende Resultate können dadurch an die graphische Darstellung größere Ansprüche stellen, daß das Einzelresultat aus mehr als einer Zahl besteht. Dies ist bei der zweikreisigen Kristallmessung der Fall, wo es sich darum handelt, die Lage einer Kristallfläche aus Beobachtungen an mehreren Kristallen zu bestimmen. Jedes Einzelresultat besteht hier aus zwei koordinierten Zahlen, den Positionswinkeln der Fläche; eine Häufung entsteht, wenn aus der Messung eine Anzahl Winkelpaare hervorgeht, die z. T. gleich groß, z. T. wenig voneinander verschieden sind. Der Unterschied gegenüber der einkreisigen

Messung ist analog demjenigen, welcher zwischen den reellen und den komplexen Größen der Analysis besteht; ebenso wie dort ist auch zur graphischen Darstellung der Lage der Flächenpole ein Koordinatenfeld, also ein zweidimensionales Gebilde, nötig. Die aus der einkreisigen Messung hervorgehenden Winkelgrößen erfordern hingegen zu ihrer Darstellung nur eine Koordinate, die andere bleibt bei dem von E. A. Wülfing angegebenen Verfahren für die Darstellung der Anzahl gleicher Winkelwerte übrig.

Noch komplizierter würden sich die Verhältnisse gestalten, wenn man, z. B. für die Zwecke der Trachtenlehre, die Kristalle nicht als Komplexe von Richtungen, sondern als stereometrische Gebilde betrachten wollte. In diesem Falle wären drei Koordinaten zur Darstellung der Flächenlage nötig, der Vergleich zwischen Flächen würde sich auf Zahlentripel erstrecken, das Häufungsbild wäre dreidimensional.

Das erste Beispiel für die Darstellung eines Kugelbereiches im großen Maßstabe, wie sie für die Häufungsmethode erforderlich ist, wurde gleichzeitig mit der Einführung der zweikreisigen Messung in die Kristallographie behandelt. E. v. Fedorow hat nämlich in seiner Abhandlung „Universal-(Theodolith-)methode in der Mineralogie und Petrographie“ (I. Teil. Zeitschr. f. Krist. 1893. 21. 574—678) in Fig. 29 p. 653 in origineller Weise die Lage der Vizinalflächen am Spinelloktaeder dargestellt, indem er auf dem in ganz kleinem Maßstabe gezeichneten Kleinkreise von $54^0 44'$ die Umgebung der Flächen (111) lokal stark vergrößerte, so daß 1 mm gleich dem Winkelabstand von $2\frac{1}{2}'$ wurde. Für die Darstellung von nur wenigen Flächenpolen mag sich dieses Verfahren gut eignen; für ausgedehntere Messungsreihen kann es nicht gebraucht werden, weil das Häufungsgebiet unter Umständen zu große Dimensionen annimmt oder bei noch stärkerer Vergrößerung dargestellt werden muß; bei starker Differenzierung der Flächenlage wird es nötig sein, 1 mm gleich $1'$, ja sogar $\frac{1}{2}'$ gleich zu setzen. Man verzichtet dann lieber auf die Betonung des Zusammenhanges mit der Gesamtprojektion, wie er durch den Kleinkreis angedeutet wird, und zeichnet die Punktmenge des Häufungsgebietes für sich allein, völlig losgetrennt von der Kugel. Es ist übrigens nicht schwer, in ein solches Detailbild, welches sich zur ganzen Projektion so verhält, wie eine geographische Teilkarte zur Abbildung einer Erdhalbkugel, Richtungsbezeichnungen einzutragen, die den Zusammenhang wieder herstellen.

Das graphische Verfahren zur Darstellung der Punktmengen, die aus zweikreisiger Messung erhalten werden, muß folgenden Forderungen genügen:

erstens müssen die Abbildungen verschiedener Punktmengen untereinander in bezug auf die Art und den Grad der Häufung vergleichbar sein,

zweitens soll die Möglichkeit vorhanden sein, die zu derselben Kristallform gehörenden Häufungsbilder auch dann zu einem Gesamtbilde zu vereinigen, wenn die einzelnen Flächen dank der Symmetrie des Kristalls oder der Zwillingsbildung mit verschiedenen Positionswinkeln aus der Messung hervorgehen.

In der praktischen Ausführung werden diese beiden Forderungen erfüllt durch die Wahl eines einheitlichen Koordinatensystems, welches an jedem Ort der Kugel unverändert bleibt, die relative Lage aller Punkte einer Punktmenge möglichst genau wiedergibt und auf einfache Weise von einer Stelle der Kugel auf eine andere verschoben werden kann. Die abgebildeten Punkte müssen außerdem durch einfache rechnerische Operationen in Symmetrieebenen gespiegelt und um den Anfangspunkt des Koordinatensystems gedreht werden können. Da es sich dabei immer um Abbildung von kleinen Bereichen der Kugeloberfläche handelt, so kann man von vornherein ein ebenes Koordinatensystem anwenden und hat in erster Linie die Wahl zwischen den rechtwinkligen und den Polarkoordinaten. Entscheidend für die Wahl ist die Einfachheit der Rechnung, mittels welcher man die neuen Koordinaten an jedem Ort der Kugel aus den ursprünglichen Positionswinkeln φ und ϱ der zweikreisigen Messung erhält. Dieser Punkt erscheint wesentlich angesichts der Tatsache, daß man bei der Häufung unter Umständen eine große Anzahl von Beobachtungen verarbeiten muß. Die rechtwinkligen ebenen Koordinaten haben sich in dieser Hinsicht als vorteilhafter erwiesen, weshalb auch die Umrechnung der Positionswinkel der Messung in Abszissen und Ordinaten, und die Operationen der Drehung und Spiegelung nur für dieses System besprochen werden sollen.

Das rechtwinklige Koordinatensystem wird erhalten, indem wir einen bestimmten Punkt p_1 (Fig. 2) innerhalb des Häufungsgebietes zum Anfangspunkt wählen und durch p_1 zwei Großkreise unter 90^0 führen. Eine von diesen Großkreisachsen mag die Lage eines Meridians $Z\,p_1\,Y$ durch den Pol Z der Messung haben, die andere steht senkrecht auf diesem Meridian. Auf diese Weise werden um p_1 herum Verhältnisse hergestellt, die der Netzteilung auf dem Äquator der Kugel entsprechen. Als positiv bezeichnen wir die Richtung p_1X rechts vom Meridian für die Abszissenachse und die Richtung p_1Y gegen den Pol Z für die Ordinate. Diese Orientierung der Koordinatenachsen wird für die ganze Kugel beibehalten, so daß auch auf der unteren Kugelhälfte dieselben Richtungen als positiv gelten. Um nun zum Auftragen der Punktmenge von p_1 immer eine fertige Vorlage zu haben, deren Maßstab je nach den Umständen geändert werden kann, legen wir der Abbildung das

gleichmäßig geteilte Koordinatennetz in Form vom Millimeterpapier zugrunde und nehmen an, daß die neuen Koordinaten den im Winkelmaß ausgedrückten Entfernungen proportional sind. Den angewendeten Maßstab können wir dann angeben, indem wir sagen, wievielen Minuten oder Minutenteilen ein Millimeter entspricht. Wir wollen dieses Verfahren als „gleichmäßige Projektion" eines Kugelbereiches bezeichnen; es ist ohne weiteres klar, daß diese Projektion von anderen üblichen Projektionen verschieden ist und daß der Unterschied um so kleiner wird, je kleiner das projizierte Gebiet. Theoretisch interessant ist der Vergleich der gleichmäßigen

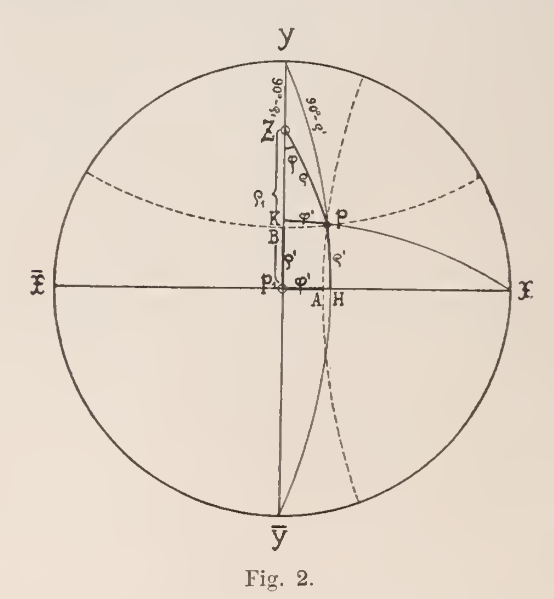


Fig. 2.

Projektion mit den beiden Projektionen, welche geradlinige rechtwinklige Netzteilung zu liefern vermögen, nämlich mit der orthographischen und gnomonischen.

In der orthographischen Projektion wird diese Netzteilung durch zwei Systeme von Kleinkreisen erzeugt, deren Zentren auf dem Grundkreis in 90° Entfernung voneinander liegen. In der Fig. 2, welche diese Verhältnisse in stereographischer Projektion darstellt, sind pA und pB zwei solche Kleinkreise um die Zentren X und Y, p_1 A p B ist ein Rechteck in der orthographischen Projektion.

In der gnomonischen Projektion stehen alle durch $X\bar{X}$ und $Y\bar{Y}$ gehenden Großkreise, z. B. pH und pK, senkrecht aufeinander, p_1 H p K wird zu einem ebenen Rechteck.

Daraus folgt, daß wir für den Punkt p bei der orthographischen Auffassung p_1A und p_1B, bei der gnomonischen p_1H und p_1K als

Achsenabschnitte nehmen sollten; die Koordinaten des Punktes p sind im ersten Falle sin (p_1A) und sin (p_1B), im zweiten tg (p_1H) und tg (p_1K)[1].

In der gleichmäßigen Projektion sind die Koordinaten gleich den Katheten eines ebenen rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypotenuse gleich der Entfernung p_1p des Punktes p vom Koordinatenanfang ist. Hier setzt sich das Rechteck der Projektion aus den beiden Achsenabschnitten und aus zwei Kurvenstücken zusammen, die auf der Kugel zwischen den Bogen pA und pH bezw. pB und pK verlaufen und weder Klein- noch Großkreise sind. Die exakte Berechnung der Koordinaten aus den Positionswinkeln $\varphi\,\varrho$ der Messung wäre hier sehr umständlich, weil die sphärische Trigonometrie keine Handhabe dazu bietet; deshalb wird man sich lieber mit einem Näherungsverfahren begnügen, welches darin besteht, daß man die Berechnung der Koordinatenabschnitte $\varphi' = p_1A$ und $\varrho' = p_1B$ nach orthographischer Auffassung ausführt und die im Winkelmaß ausgedrückten Strecken $\varphi'\,\varrho'$ direkt als gleichmäßige Koordinaten verwendet. Der Fehler, den man dabei in bezug auf die Lage des Punktes begeht, ist kleiner, als wenn man die Berechnung an gnomonische Auffassung anlehnen wollte, wenigstens solange es sich um kleine Werte $\varphi'\,\varrho'$ handelt. Man kann sich nämlich durch Rechnung überzeugen, daß für ein und dieselben kleinen Achsenabschnitte $\varphi'\,\varrho'$ der Winkelabstand $r = p_1 p$ (Fig. 3) des zugehörigen Punktes p der gleichmäßigen Projektion vom Anfangspunkte p_1 weniger verschieden ist vom Abstand $r' = p_1 p'$ der orthographischen Projektion als vom Abstand $r'' = p_1 p''$ der gnomonischen. Es ist

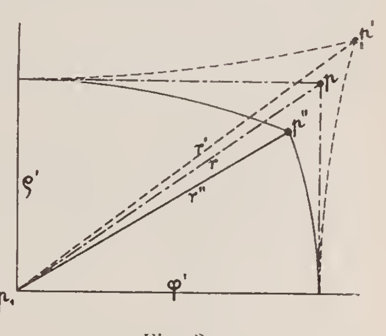


Fig. 3.

$$r = \sqrt{\varphi'^2 + \varrho'^2} \quad \text{(gleichmäßig)},$$
$$\sin r' = \sqrt{\sin^2\varphi' + \sin^2\varrho'} \quad \text{(orthographisch)}.$$
$$\operatorname{tg} r'' = \sqrt{\operatorname{tg}^2\varphi' + \operatorname{tg}^2\varrho'} \quad \text{(gnomonisch)}.$$

Je größer $\varphi'\,\varrho'$, desto größer wird der Unterschied zwischen r, r' und r''. Ist eine von den Koordinaten, z. B. $\varrho' = 0$, dann wird $r = r' = r'' = \varphi'$, was bedeutet, daß in der Richtung der Koordinatenachsen alle drei Projektionen dasselbe Resultat liefern.

[1] Die gnomonischen Tangentenkoordinaten sind die sog. „Gudermann'schen Achsenkoordinaten" (vgl. R. Heger, Analytische Geometrie auf der Kugel. Leipzig 1908. p. 110).

Am größten wird dagegen der Unterschied, wenn sich die beiden Größen φ' und ϱ' gleichmäßig an der beim Ersetzen der Werte φ' und ϱ' durch ihre trigonometrischen Funktionen sin und tg entstehenden Veränderung betätigen, d. h. wenn $\varphi' = \varrho'$ wird. Dann ist:

$$r = \sqrt{2}\,\varphi',$$

$$\sin r' = \sqrt{2}\sin\varphi' \quad \text{und} \quad r' = \text{arc}\sin(\sqrt{2}\sin\varphi'),$$

$$\text{tg}\, r'' = \sqrt{2}\,\text{tg}\,\varphi' \quad \text{„} \quad r'' = \text{arc}\,\text{tg}(\sqrt{2}\,\text{tg}\,\varphi').$$

Es wäre sehr umständlich, wenn man den Vergleich zwischen den Differenzen $r' - r$ und $r - r''$ formell begründen wollte, weil die Funktionen r, r' und r'' zu verschiedenartig sind. Für unsere Zwecke darf man sich wohl mit genauer Berechnung einer Anzahl Werte begnügen, wobei man freilich über den weiteren Verlauf der Funktionen außerhalb des untersuchten Intervalls nichts aussagen darf. Folgende Tabelle enthält die Zusammenstellung einer solchen Rechnung für eine Reihe von Werten φ'. Man sieht, daß $r' > r > r''$ ist und daß $r' - r < r - r''$; beide Differenzen sind recht unbedeutend.

φ'	r'	r' — r	r	r — r''	r''
10'	14' 8,53''	0,00''	14' 8,53''	0,00''	14' 8,53''
20	28 17,07	0,01	28 17,06	0,02	28 17,04
30	42 25,62	0,04	42 25,58	0,06	42 25,52
1° 0	1° 24 51,43	0,26	1° 24 51,17	0,52	1° 24 50,65
1 30	2 7 17,63	0,88	2 7 16,75	1,74	2 7 15,01
2 0	2 49 44,41	2,07	2 49 42,34	4,32	2 49 38,02
2 30	3 32 11,95	4,03	3 32 7,92	8,06	3 31 59,86
3 0	4 14 40,50	6,99	4 14 33,51	13,93	4 14 19,57
5 0	7 4 48,04	32,19	7 4 15,85	1' 4,76	7 3 11,09

Damit ist die Berechtigung der Anlehnung unserer Koordinatenberechnung an orthographische Auffassung bewiesen.

Berechnung der Koordinaten φ' ϱ'.

Für die orthographische Auffassung haben wir folgende Verhältnisse (vgl. Fig. 2):

Z ist der Pol des aus der Messung erhaltenen Koordinatensystems, φ und ϱ die Positionswinkel des Punktes p, wobei für das Azimut φ der Großkreis YZp_1 durch Z und den neuen Anfangspunkt p_1 zum nullten Meridian gemacht wird. Der Anfangspunkt p_1 liegt im Gebiete der abzubildenden Punktmenge und kann, solange die Freiheit seiner Wahl nicht durch Beziehungen zu anderen Punktmengen beeinträchtigt wird, einfach unter den mittleren Werten φ ϱ ausgesucht oder durch Mittelwertbildung aus

sämtlichen $\varphi\,\varrho$ bestimmt werden. Die neuen Koordinatenachsen sind p_1X und p_1Y, die neuen Koordinaten $p_1A = \varphi'$; $p_1B = \varrho'$. Man gelangt also zum Punkte p von den Enden der Achsenabschnitte auf Kleinkreisbogen Ap und Bp. Nun ist, da diese Kleinkreise überall den gleichen Abstand von ihren Großkreisen $Y\bar{Y}$ bezw. $X\bar{X}$ haben, auch $pK = \varphi'$, $pH = \varrho'$.

Dann ist im rechtwinkligen sphärischen Dreieck ZKp

$$\sin\varphi' = \sin\varphi \, . \, \sin\varrho \quad \ldots \quad (1)$$

Diese Formel gilt für alle Orte der Kugel; φ' läßt sich direkt aus der Poldistanz ϱ der Messung und dem auf den Meridian des neuen Anfangspunktes bezogenen Azimut φ berechnen, ist aber von der Poldistanz ϱ_1 von p_1 unabhängig.

Die Koordinate ϱ' erhalten wir aus dem Dreieck YZp, in welchem $Yp = 90^0 - \varrho'$, $Zp = \varrho$, $YZ = 90^0 - \varrho_1$, $\sphericalangle YZp = 180^0 - \varphi$, nach dem Cosinussatz; es ist

$$\sin\varrho' = \sin\varrho_1 \cos\varrho - \cos\varrho_1 \sin\varrho \cos\varphi \quad \ldots \quad (2)$$

Diese Formel ist, im Gegensatz zu (1), außer von $\varphi\,\varrho$ auch noch von ϱ_1 direkt abhängig.

Die Formeln (1) und (2) sind in den meisten Fällen weiterer Vereinfachung fähig.

Vereinfachte Formeln für φ' und ihre Anwendungsgebiete.

Aus der Formel (1) ist ersichtlich, daß ein bestimmter Wert φ' aus verschiedenen Wertepaaren $\varphi\,\varrho$ hervorgehen kann; die Grenzen für diese Werte sind

$$\varphi' \leqq \varphi \leqq 90^0$$
$$\text{und } 90^0 \geqq \varrho \geqq \varphi'.$$

φ' ist bei einem kleinen Kugelbereich immer klein. Ist einer von den Positionswinkeln ebenfalls wesentlich kleiner als der andere, so können in (1) die Sinus der kleinen Winkel durch die Winkel selbst ersetzt werden, so daß man erhält

$$\text{bei } \varphi < \varrho: \quad \varphi' \backsim \varphi \sin\varrho \quad \ldots \quad (1\,a)$$
$$\text{bei } \varrho < \varphi: \quad \varphi' \backsim \varrho \sin\varphi \quad \ldots \quad (1\,b)$$

Diese Formeln haben den Vorteil, daß man φ' direkt in der gewünschten Einheit (Minuten oder Minutenteilen) aus dem in derselben Einheit ausgedrückten Positionswinkel φ bezw. ϱ berechnen kann. Dazu kann man z. B. die Tafel der natürlichen Sinuswerte in Verbindung mit Multiplikationstafeln benutzen. Besonders vorteilhaft für diese Rechnung erweist sich jedoch die Anwendung des logarithmischen Rechenschiebers, welchem überhaupt für kristallographische Rechnungen eine größere Verbreitung zu wünschen wäre. Es soll hier eine Regel für die Rechenschieberrechnung nach der Formel (1 a) gegeben werden, unter dem Vorbehalt, daß das An-

wendungsgebiet dieser Rechnung von demjenigen der genauen Formel (1) später genau abgegrenzt werden soll.

Für allgemeine trigonometrische Rechnungen eignet sich am besten ein Rechenschieber, bei welchem auf der Rückseite der sog. Zunge drei trigonometrische Skalen vorhanden sind, nämlich die Sinusskala S, die Tangentenskala T und die gemeinsame ST-Skala für Sinus und Tangenten kleiner Winkel von 34′ bis 5° 45′. Alle drei Skalen sollen auf die untere Zahlenskala der Vorderseite bezogen sein. Diese Anordnung ist z. B. bei dem Rechenschieber System „Rietz“ No. 23 der Firma A. Nestler in Lahr getroffen; die folgende Regel gilt für dieses System, kann aber mit entsprechenden Änderungen auch auf jedes andere System mit trigonometrischen Skalen übertragen werden.

Um $\varphi' = \varphi \sin \varrho$ zu berechnen, beginnt man mit der Einstellung von ϱ, und zwar zieht man die Zunge des Rechenschiebers nach rechts heraus, bis auf ihrer Rückseite der betreffende Wert ϱ auf der Sinusskala gegenüber dem oberen Strich des Einschnittes eingestellt ist. Dann erscheint der Wert $\sin \varrho$ auf der Vorderseite der Zunge gegenüber dem rechten unteren Endpunkt der festen Skala. Dieser Wert muß mit φ multipliziert werden, was dadurch geschieht, daß man φ (in Minuten oder Minutenteilen) mit dem Glasläufer auf der festen unteren Skala einstellt und bei dieser Einstellung das Resultat φ' auf der unteren Skala der Zunge abliest. Das Ganze ist eine Multiplikation, bei welcher der erste Faktor auf der Zunge, der zweite auf der festen Skala, das Resultat wiederum auf der Zunge liegt. Befindet sich nach der Einstellung von $\sin \varrho$ der Wert φ links außerhalb des Zungenendes, so muß die Zunge mit Hilfe des Glasläufers um ihre ganze Länge nach links verschoben werden.

Wenn mehrere Rechnungen für eine Punktmenge ausgeführt werden sollen, so empfiehlt es sich, die Beobachtungen mit annähernd gleichen Werten ϱ gruppenweise zusammenzufassen; dadurch wird die Anzahl der nötigen Verschiebungen auf ein Minimum reduziert. Da man nämlich ϱ ohnehin genauer aus der Messung bekommt, als es auf dem Rechenschieber eingestellt werden muß, um die gewünschte Genauigkeit für φ' zu erlangen, so kann man für wenig voneinander verschiedene Werte ϱ die Zunge auf ein und demselben Näherungswert stehen lassen und die dazugehörigen φ und φ' durch Verschiebung des Läufers ermitteln. Wie weit man dabei gehen darf, muß in jedem Fall besonders bestimmt werden.

Eine weitere Vereinfachung entsteht, wenn der Winkel ϱ nur wenige Grade von 90° verschieden ist; dann ist φ' erst für größere Werte φ von φ selbst verschieden. In diesem Falle stellt man $\sin \varrho$ wie oben angegeben ein und sucht mit dem Läufer die untere Grenze, von der an φ' nicht mehr gleich φ gesetzt werden darf.

Die unter diesem Grenzwerte liegenden φ bleiben unverändert, die größeren φ werden auf gewöhnliche Weise umgerechnet.

Diese Erörterung genügt wohl zur Orientierung über den Gang der Rechenschieberrechnung, unter der Voraussetzung freilich, daß man die sonstige Benutzung dieses Hilfsmittels kennt. Die Formel (1 b) wird unter Vertauschung von φ und ϱ nach derselben Regel gerechnet.

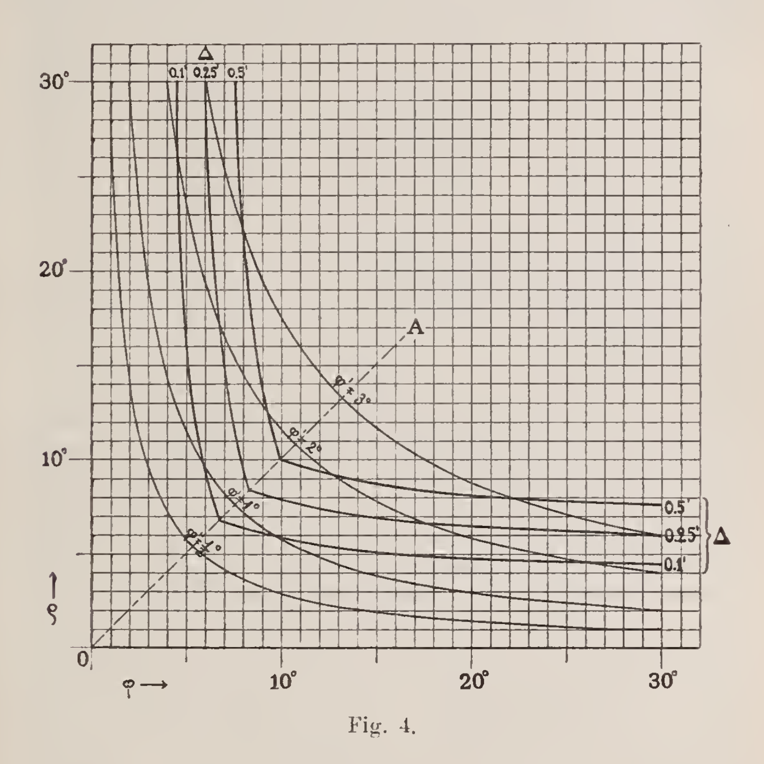


Fig. 4.

In den meisten Fällen kommt man mit den vereinfachten Formeln (1 a) und (1 b) aus; nur wenn φ nicht stark von ϱ verschieden ist, muß die allgemeine Formel (1) angewandt werden. Um zu entscheiden, wann dies der Fall ist, wurde ein Diagramm (Fig. 4) konstruiert, welches den Verlauf der Kurven für die Formel (1) und die Genauigkeitsgrenzen der Näherungsformeln graphisch darstellt.

Für jeden konstanten Wert φ' liefert die Gleichung (1) eine gleichseitige Hyperbel in rechtwinkligen Asymptotenkoordinaten. In Fig. 4 sind vier solche Hyperbel für die Werte $\varphi' = \frac{1}{2}^0, 1^0, 2^0$ und 3^0 dargestellt; das Diagramm erstreckt sich nur auf die am Koordinatenanfang liegenden Teile für die Werte $\varphi\,\varrho$ zwischen 0^0 und 30^0. Es wurden im ganzen 35 Punkte nach der Gleichung (1)

mit fünfstelligen Logarithmen berechnet, ihre Koordinaten $\varphi\,\varrho$ sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

$\varphi' = 3^0$		$\varphi' = 2^0$		$\varphi' = 1^0$		$\varphi' = \frac{1}{2}^0$	
φ	ϱ	φ	ϱ	φ	ϱ	φ	ϱ
1°	—	1°	—	1°	90° 0′	1°	30° 0′
2	—	2	90° 0′	2	30 0	2	14 28,8
3	90° 0′	3	41 49.4	3	19 28.8	3	9 35,9
4	48 36,8	4	30 1,2	4	14 29,3	4	7 11,2
5	36 54.2	5	23 36.3	5	11 33,1	5	5 54,8
6	30 2,7	6	19 30,3	6	9 36,7	6	4 47,3
7	25 26,0	7	16 38.5	7	8 14,0		
8	22 5,3	8	14 31,3	8	7 12,2		
9	19 32,7	9	12 53,5				
10	17 31,5	10	11 35.7				
11	15 55.2	11	10 32,3				
12	14 34,8						
13	13 27.2						

Es ist ohne weiteres klar, daß man für jede Hyperbel nur die Hälfte bis zum Punkte $\varphi = \varrho$ bestimmen muß; die andere Hälfte ergibt sich durch Vertauschen der Werte φ und ϱ. Nun handelt es sich darum, zu ermitteln, für welche Wertepaare $\varphi\,\varrho$ die vereinfachten Formeln (1 a) und (1 b), welche mit dem Rechenschieber berechnet werden sollen, zu ungenau sind; mit anderen Worten, wo auf den Hyperbeln φ' diejenigen Punkte liegen, bei welchen die approximative Rechnung zu einem bestimmten Fehlerbetrag führt. Diese Punkte können zur vorläufigen Orientierung unter Anwendung der genau berechneten Zahlen der Tabelle durch eine Anzahl Proberechnungen mit dem Rechenschieber ermittelt werden; so kann man sich z. B. leicht überzeugen, daß in der Kolonne $\varphi' = 3^0$ die Werte $\varphi\,\varrho$ oberhalb des Trennungsstriches, also bis und mit $\varphi = 8^0$, $\varrho = 22^0\,5{,}3'$, nach der Formel $\varphi' = \varphi \sin\varrho$ gerechnet den Wert $\varphi' = 3^0 = 180'$ mit einer Genauigkeit von 0,5′ liefern; in der zweiten Kolonne $\varphi' = 2^0$ ist dieselbe Genauigkeit noch bei $\varphi = 9^0$, $\varrho = 12^0\,53{,}5'$ erreichbar; in den Kolonnen $\varphi' = 1^0$ und $\varphi' = \frac{1}{2}^0$ gibt es überhaupt keine Wertepaare $\varphi\,\varrho$, aus welchen sich φ' nach den Näherungsformeln nicht bis auf 0,5′ genau berechnen ließe. Dieses Ergebnis steht mit den Angaben des Diagramms Fig. 4 im Einklang, wo die Hyperbeln $\varphi' = 3^0$ und $\varphi' = 2^0$ die Grenzkurve $\varDelta = 0{,}5'$ in der Nähe der soeben angegebenen Punkte schneiden und von dem Gebiet der approximativen Rechnung, welches sich zwischen den Koordinatenachsen des Diagramms und der Grenzkurve $\varDelta = 0{,}5'$ befindet, auf das be-

nachbarte Gebiet der genauen Rechnung übertreten; die Hyperbeln $\varphi' = 1^0$ und $\frac{1}{2}^0$ verlaufen für die Genauigkeit 0,5′ ganz im Gebiete der approximativen Rechnung. Je größer die verlangte Genauigkeit, d. h. je kleiner Δ, desto größer wird das auf der konkaven Seite der Grenzkurven liegende Gebiet der genauen Rechnung.

Dieses Probierverfahren reicht zur genauen Ermittlung des Verlaufes der Grenzkurven nicht aus, insbesondere für kleinere Werte Δ. Deshalb müßte der Unterschied zwischen den Formeln (1) und (1a) durch Rechnung bestimmt werden. Wir bekommen durch Reihenentwicklung:

$$\left.\begin{aligned}&\text{aus (1):} \quad \sin\varphi' = \sin\varphi\sin\varrho = \sin\varrho\left(\frac{\varphi}{1!} - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} - + \dots\right)\\ &\text{aus (1a):}\\ &\sin\varphi' + \Delta = \sin(\varphi\sin\varrho) = \sin\varrho\left(\frac{\varphi}{1!} - \frac{\varphi^3\sin^2\varrho}{3!} + \frac{\varphi^5\sin^4\varrho}{5!} - + \dots\right)\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Durch diese beiden Formeln ist vor allem Δ definiert, welches wir bis jetzt eigentlich nur zur bequemeren Bezeichnung einer Grenzkurve gebraucht haben. Hier erweist sich Δ als im Sinusmaß ausgedrückte Differenz zwischen $\sin\varphi'$ der genauen Formel (1) und demjenigen Ausdruck, welchen man bekommt, wenn man den Sinus des aus der Näherungsformel (1a) berechneten Winkels $\varphi' \backsim \varphi\sin\varrho$ bildet, also $\sin(\varphi\sin\varrho)$. Dazu muß noch bemerkt werden, daß bei gleichzeitiger Substitution von φ' und φ statt $\sin\varphi'$ und $\sin\varphi$ beim Übergang von der Gleichung (1) zur Gleichung (1a) die rechte Seite der Gleichung mehr vergrößert wird als die linke, weil $\varphi > \varphi'$ ist. Deshalb ist $\varphi' < \varphi\sin\varrho$ und infolgedessen auch $\sin\varphi' < \sin(\varphi\sin\varrho)$. Zur Wiederherstellung der Gleichheit muß also eine positive Größe Δ zu $\sin\varphi'$ addiert werden.

Aus den Gleichungen (3) ergibt sich nun für Δ:

$$\begin{aligned}\Delta &= \sin\varrho\left[\frac{\varphi^3}{3!}(1-\sin^2\varrho) - \frac{\varphi^5}{5!}(1-\sin^4\varrho) + \frac{\varphi^7}{7!}(1-\sin^6\varrho) - + \dots\right]\\ &= \sin\varrho\cos^2\varrho\left[\frac{\varphi^3}{3!} - \frac{\varphi^5}{5!}(1+\sin^2\varrho) + \frac{\varphi^7}{7!}(1+\sin^2\varrho+\sin^4\varrho) - + \dots\right].\end{aligned}$$

Diese Reihe gibt abwechselnd zu große oder zu kleine Werte für Δ, je nachdem, ob man sie vor einem negativen oder positiven Glied abbricht. Δ kann also mit jeder gewünschten Genauigkeit zwischen zwei Werten eingeschlossen werden, z. B. in erster Annäherung

$$\frac{\varphi^3}{3!}\sin\varrho\cos^2\varrho - \frac{\varphi^5}{5!}\sin\varrho\cos^2\varrho(1+\sin^2\varrho) < \Delta < \frac{\varphi^3}{3!}\sin\varrho\cos^2\varrho.$$

Alles, was hier über den Vergleich von (1a) mit (1) gesagt wurde, gilt ebenso für die Näherungsformel (1b), dabei wird

$$\frac{\varrho^3}{3!}\sin\varphi\cos^2\varphi - \frac{\varrho^5}{5!}\sin\varphi\cos^2\varphi(1+\sin^2\varphi) < \Delta < \frac{\varrho^3}{3!}\sin\varphi\cos^2\varphi.$$

Um dieses Resultat für die Konstruktion der Grenzkurven Δ im Diagramm zu verwerten, macht man die Annahme, daß Δ nicht im Sinus-, sondern im Bogenmaß ausgedrückt ist; bei ganz kleinen Differenzen Δ, die den Betrag von 1' nicht übersteigen, wie dies hier der Fall ist, ist diese Annahme erlaubt. Ferner setzt man $\Delta \sim \frac{\varphi^3}{3!} \sin\varrho \cos^2\varrho$, bezw. $\Delta \sim \frac{\varrho^3}{3!} \sin\varphi \cos^2\varphi$, wodurch Δ stets zu groß herauskommt; dies gibt die Sicherheit, daß man den Fehler der Näherungsformel nicht unterschätzt. Von diesen beiden Formeln kann eine zur Berechnung einer Anzahl koordinierter Werte $\varphi\,\varrho$ dienen, die ein konstantes Δ geben. Für das Diagramm Fig. 4 wurde $\Delta = 0{,}5'$, $0{,}25'$, $0{,}1'$ gesetzt und eine größere Anzahl Punkte für die drei Grenzkurven Δ berechnet; die angenommenen Werte von Δ dürften für die bei kristallographischen Messungen vorkommenden Genauigkeiten genügen. Jede Grenzkurve Δ besteht aus zwei Kurvenstücken, welche sich auf der Geraden 0 A schneiden; dabei entspricht das längs der Koordinatenachse ϱ laufende Stück der Formel $\Delta \sim \frac{\varphi^3}{3!} \sin\varrho \cos^2\varrho$, dasjenige längs der φ-Achse $\Delta \sim \frac{\varrho^3}{3!} \sin\varphi \cos^2\varphi$. Durch die Gerade 0 A wird das ganze Gebiet der approximativen Rechnung in zwei symmetrische Hälften geteilt, wovon die eine zur Näherungsformel (1 a), die andere zu (1 b) gehört.

Das Diagramm Fig. 4 ist folgendermaßen zu benutzen. Hat man aus zweikreisiger Messung eine Reihe Werte $\varphi\,\varrho$ erhalten, aus welchen die Koordinaten φ' berechnet werden sollen, so unterwirft man zunächst alle Wertepaare einer Durchsicht mit Hilfe des Diagramms und stellt fest, welche Punkte $\varphi\,\varrho$ für die verlangte Genauigkeit in das Gebiet der genauen Rechnung fallen. Diese müssen dann, falls das ganze Häufungsbild exakt durchgearbeitet werden soll, nach der Formel (1): $\sin\varphi' = \sin\varphi \,.\, \sin\varrho$ umgerechnet werden, für die übrigen Punkte gelten die Näherungsformeln (1 a): $\varphi' = \varphi \,.\, \sin\varrho$, bezw. (1 b): $\varphi' = \varrho \sin\varphi$.

Unter Umständen kann man überhaupt auf die Rechnung nach der genauen Formel verzichten und alle Werte φ' ohne Rücksicht auf die möglichen Fehler nach der Näherungsformel berechnen. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn es sich darum handelt, die Verhältnisse bei einer einzigen Punktmenge graphisch darzustellen, welche mit keinen anderen Punktmengen zu einem Gesamtbilde vereinigt werden soll. Dann braucht man nämlich nicht zu befürchten, daß ein weit vom Anfangspunkt liegender Punkt der zuerst eingetragenen Punktmenge, dessen Lage nicht ganz richtig dargestellt ist, in die Mitte einer später auftretenden Häufung fällt. Hat man aber mit der Zusammenfassung der Punktmengen zu tun, so empfiehlt sich die Anwendung des Diagramms. (Schluß folgt.)

Die Zusammensetzung und die Entstehung der zwischen dem Polyhalitlager und dem kieseritischen Carnallit-Halit liegenden Teile der Kalisalzlager.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Das zwischen dem eigentlichen Polyhalitlager und dem carnallitischen Kieserit-Halit liegende Halitgestein des Staßfurter Kalilagers (kieseritische Übergangszone) enthält neben etwas Polyhalit auch Anhydrit, Kieserit, Sylvin und Carnallit. Die Anwesenheit dieser Salze könnte mit der Zerlegung des Hangend-Polyhalits, bezw. mit dem Zusickern chlormagnesiareicher Laugen des fortschreitenden Eintrocknungsvorganges, erklärt werden. Bereits die Eliminierung vorübergehend erfolgter Kainitausscheidung schrieb ich dem Umstande zu, daß die Ausscheidungsprodukte der in der Natur vor sich gegangenen Eintrocknungsvorgänge, abweichend vom experimentellen Verfahren, mit den Mutterlaugen des fortschreitenden Eintrocknungsvorganges bis zu gewissen Tiefen in Berührung blieben und die Salze Polyhalit und Kainit daher nicht bestehen konnten. Die nachträgliche Zufuhr von Chlormagnesialaugen, die aus dem carnallitischen Hauptsalzgestein herstammten und bei den später erfolgten Umwandlungsvorgängen mitgewirkt haben, wurde hiebei ebenfalls in Betracht gezogen[1].

Die Eliminierung der Polyhalitausscheidung war an den Stellen, wo weder der Polyhalit, noch seine Umwandlungsprodukte vorhanden sind, bereits mit dem gesteigerten Chlormagnesiagehalt der eintrocknenden Laugen verbunden. Es darf hiebei auch der Umstand nicht außer acht gelassen werden, daß die Einwirkung des in den eintrocknenden Laugengemischen vorhanden gewesenen Chlorcalciums, infolge der Eliminierung gewisser Mengen des Magnesiumsulfats und bei stattgefundener Zunahme der Anhydritausscheidung, die frühzeitige Ablagerung des Carnallits ebenfalls befördern konnte. Das Gesamtbild der carnallitischen Kalisalzlager läßt eben deutlich erkennen, daß sie ihre Entstehung keinem theoretisch vorausgesetzten einfachen Eintrocknungsvorgang, mit sukzessiv kontinuierlichem Verlauf und gänzlichem Wegfallen ausgeschiedener Salze, verdankten. Die mit der Bodengestaltung verbundene lokale Verteilung der Laugen, Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme in gewissen Tiefen, Zuflüsse und Temperaturveränderungen, als auch die bereits erwähnte Berührung ausgeschiedener Salze mit den Laugen des fortschreitenden Eintrocknungsvorganges, haben zu ihrer Gestaltung wesentlich beigetragen.

[1] M. Rózsa, Das Bestehen von Bischofitlagern und die sekundären Umwandlungsvorgänge der Zechsteinkalisalze. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. 1917.

Die Ausbildung der bereits erwähnten kieseritischen Übergangszone verdient besondere Beachtung. Es möge daher in folgendem die Beschaffenheit dieses in Staßfurt ungefähr 35 m mächtigen Lagerteiles eingehender erörtert werden.

Den ersten Teil, etwa 12—14 m stark, kennzeichnen die Ausblühungen der an der Luft zu Bittersalz umgewandelten, kieserithaltigen dünnen Schichtchen (Schnüre). Die Mächtigkeit dieser periodischen Schichten ist sehr veränderlich. Stellenweise findet man auch 3 cm starke Lagen, während sich diese anderorts zu dünnen, teilweise zerrissenen Platten ausdehnen, wobei konzentrisch ausgebildete Falten auftreten. Je nachdem die Schnüre konvergent oder divergent verlaufen, erscheinen die zwischengelagerten Salzschichten 5—17 cm mächtig. Als wesentlich neuer Bestandteil tritt in diesem ersten Abschnitt neben dem Kieserit noch Sylvin auf. Meine auf die Zusammensetzung einzelner Schnüre (mit Steinsalz verwachsen) und partieller Durchschnittsproben (Salz mit mehreren Schnüren) bezüglichen Analysendaten sind in Tabelle I A und I B (1—3) angegeben[1].

Je nach der örtlich resultierenden Wirkung stattgefundener Pressungsvorgänge weisen die Proben desselben Horizontes wesentliche Unterschiede der Zusammensetzung auf. Ein beachtenswertes Resultat ergibt sich nur insofern, daß der Polyhalitgehalt und die festgestellten Anhydrit-Kieserit-Sylvinwerte sich gewissermaßen vertreten. Bei zunehmendem Gehalt an Polyhalit tritt die Prozentzahl der Salze Anhydrit, Kieserit und Sylvin oft zurück und umgekehrt. Das quantitative Verhältnis des Anhydrits und Kieserits ist zumeist beständig und nur der Sylvingehalt weist größere Schwankungen auf:

$$\text{Polyhalit} + \text{Chlormagnesia} \succ \text{Anhydrit} + \text{Kieserit} + \text{Sylvin (Carnallit)}.$$
$$\text{Anhydrit}\ \% \geqq \text{Kieserit}\ \% > \text{Sylvin}\ \%.$$

Im Schliff tritt zwar der Anhydrit auch allein auf, oft jedoch in Verwachsung mit Polyhalit. Der Sylvin liegt unregelmäßig zwischen Kieseritkörnern und Anhydrit, doch kommt derselbe häufig auch im Steinsalz eingebettet vor. Die tonig-bituminösen Beimengungen der Schnüre machen das mikroskopische Bild oft trübe. Die in den Schnüren stattgefundene lokale Anhäufung von bituminösem Ton war z. T. bereits mit der ursprünglich differenzierten Ausscheidung verbunden. Es haben jedoch, wie dies die an den Grenzflächen der Schnüre erfolgten Anreicherungen beweisen, auch die mit der Laugenzirkulation verbundene Hinführung und lokale Anhaftung mitgewirkt.

[1] Der von beigemengter Chlormagnesialauge entstandene Überschuß an Chlormagnesium wurde bei den Analysen carnallithaltiger Proben, bezw. Angabe der Mineralprozente, stets in Abrechnung gezogen.

Tabelle I.

Prozentgehalt	A		B						C		
	Schnur		Durchschnittsproben						Differenzierte Kieserit-schnüre		
			Salz und Schnüre			Sylvinnest und Schnur					
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3
Steinsalz	71,2	65,4	85,3	87,0	86,1	48,5	39,5	37.6	15,5	21,3	48,5
Kieserit	10,2	14,0	4,8	2,8	4,1	30,9	37,0	40,4	83,7	76,7	43,5
Sylvin	1,6	2,7	3,5	2,7	4.0	16,1	20,7	18,9	Spuren	1,3	3,6
Carnallit	Spuren	Spuren	0,8	0,9	0,8	—	Spuren	—	„	Spuren	Spuren
Anhydrit	12,7	16,2	4,9	2,8	4.3	4,1	2,5	2,7	0,6	0,4	3,5
Polyhalit	3,6	1,3	0,6	3,7	0,6	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	0,4
Ton, Sand u. Eisenoxyd	0,5	0.3	} 0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5
Bitumen	0,2	0,1									

Tabelle II.

Prozentgehalt	A			B		C					D			
	Durchschnittsprobe			Durchschnitts-probe		Schnüre			Durchschnitts-probe		Durchschnittsprobe			
	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	0—1 m	1—2 m	2—3 m	3—4 m
Steinsalz	88.9	88,2	89,0	94.6	93.8	1,4	2,3	0,6	70,6	66,9	93,4	95,4	95,4	93,7
Kieserit	2,3	2,1	1,8	0,4	0.2	12.7	25,5	28.5	4,7	4.2	0,4	0,2	Spuren	0,8
Carnallit	5,3	7,1	5,5	3,5	4,2	42,2	39,8	28,1	8,1	10,7	4,7	3,4	3,6	4,2
Anhydrit	2,8	1,9	2,6	1,4	1,7	35,5	31,0	37,9	14,9	15,2	1,4	0,9	0,9	1,2
Polyhalit	0,5	0,6	1,0	Spuren	Spuren	8,1	1,1	4,8	1,6	2,9	Spuren	Spuren	Spuren	—
Ton, Sand, Eisenoxyd u. Bitumen	0,2	0.1	0,1	0.1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0.1

Im Hangenden dieses Lagerteiles fand ich stellenweise verschieden zusammengesetzte Schnüre, die häufig aus parallel verlaufenden Schichtchen des Kieserits und Anhydrits bestanden. Diese Differenzierung konnte sowohl durch die nachträgliche Entmischung erfolgen, als auch durch die Einwirkung von Bodenlaugen bereits bei der Ablagerung stattfinden. Die Zusammensetzung einiger Kieseritschnüre, die vom Anhydrit abgetrennt vorkommen, ist in Tabelle I C mitgeteilt, doch ist in diesem Horizont auch die innige Vermischung beider Salze nicht selten. Mit diesen Schnüren verwachsen kommen stellenweise kleinere Nester reinen Sylvins vor, die aus den entsprechenden Carnallitnestern erst nachträglich, infolge des Eindringens chlormagnesiaarmer Laugen der tiefer liegenden Schichten, entstanden sind (Tabelle I B, 4—6).

Die zusammenfassende Übersicht sämtlicher Analysen der an verschiedenen Stellen derselben Horizonte genommenen Proben ergibt das Resultat, daß die aufgestellten Folgerungen der Polyhalitumwandlung mit den natürlichen Verhältnissen in vielen Fällen übereinstimmen. Ob auch Ausscheidungsprodukte von höher hydratisiertem Magnesiumsulfat in diesem Horizont mitgewirkt haben, läßt sich mit Sicherheit nicht bestimmen. Ausgeschlossen war es nicht. Die Zusickerung der Laugen des fortschreitenden Eintrocknungsvorganges, begünstigt durch die bei verhältnismäßig niedriger Temperatur erfolgte Dehydratation, war auch in diesem Falle mit der partiellen Zerlegung des Polyhalits verbunden.

Die nachträglichen Umwandlungsvorgänge haben das ursprüngliche Bild dieses Lagerteiles an vielen Stellen sehr verändert und häufig auch in denselben Horizonten wesentliche Abweichungen der Zusammensetzung verursacht.

Den 7 m mächtigen zweiten Teil der kieseritischen Übergangszone, dessen Zusammensetzung in Tabelle II A angegeben ist, charakterisiert die Zunahme des Carnallitgehaltes und der ursprünglich abnehmenden Polyhalitausscheidung entsprechend die stete Abnahme der Sulfate. Entlang der anhydrit-kieserithaltigen Schnüre tritt stellenweise Verarmung, an anderen Stellen Anreicherung des hingepreßten roten Carnallits auf. Die Zusammensetzung der Durchschnittsproben weicht daher, je nach der Zahl und Ausdehnung angetroffener Carnallitnester, wesentlich ab. Die Schnüre sind bereits dünner und häufig ganz verschwommen. Im Dünnschliff kann die Anwesenheit der Salze Polyhalit, Anhydrit, Kieserit und Carnallit stets deutlich wahrgenommen werden.

Das Vorkommen von fast homogenen Carnallitmengen und kontinuierlichen Carnallitschnüren könnte mit dem Bestehen von chlormagnesiareichen Bodenlaugen in Zusammenhang gebracht werden. In welchem Maße dieser homogene Carnallit, nach Einsickerung der chlormagnesiareichen Laugen fortschreitenden Eintrocknungsvorganges und Umwandlung vorhandener polyhalitischer

Schichten, aus dem entstandenen Gemengesalz nachträglich nur einfach abgepreßt wurde, oder ob auch geringere Mengen zugeflossener chlormagnesiareicher Bodenlaugen bereits bei der Ablagerung zu seiner Entstehung beigetragen haben, kann mit Bestimmtheit nicht angegeben werden. Der Gehalt an Laugeneinschlüssen nimmt jedenfalls wesentlich zu und das Steinsalz beginnt gegen das Hangende bereits ein trüberes Aussehen zu erhalten.

Es muß auch der Umstand berücksichtigt werden, daß der relative Anhydritgehalt, bei Abnahme an Kieserit, etwas zunimmt. Die im Dünnschliff mehrfach beobachtete Anwesenheit von Polyhalit, neben Anhydrit, Kieserit und Carnallit, läßt die durch chlormagnesiareiche Laugen erfolgte Umwandlung von Polyhalit deutlich erkennen. Eliminieren wir daher das nachträgliche Auslaugen und Auspressen des Magnesiumsulfats, so war eine Veränderung bereits im Verhältnisse des ursprünglich ausgeschiedenen Anhydrits und Polyhalits eingetreten.

In der nun folgenden 6,5 m starken dritten Abteilung fehlen bereits die Ausblühungen periodischer Kieseritschnüre. Es treten nur hie und da gelbe, rötliche und schwarze Schnüre auf, die neben dem Steinsalz hauptsächlich Anhydrit und Carnallit enthalten, wogegen Polyhalit und Kieserit nur in äußerst geringen Mengen angetroffen werden. Die Zusammensetzung von Durchschnittsproben ist in Tabelle II B mitgeteilt. Es kann dieser Abschnitt, bei der Voraussetzung sukzessiver Abnahme ursprünglicher Polyhalitausscheidung, als Fortsetzung des vorangehenden Lagerteiles erkannt werden. An manchen Stellen des Staßfurter Lagers besteht zwischen dem zweiten und dritten Abschnitt kein merklicher Unterschied.

Den 5 m starken vierten Teil der kieseritischen Übergangszone kennzeichnen jene 0,6 bis 3 cm starken, an der Luft ausblühenden Bänke, die aus einem innigen Gemenge der Salze Anhydrit, Kieserit und Carnallit bestehen und häufig auch Polyhalit enthalten. Die auf die Zusammensetzung einzelner Schnüre und Durchschnittsproben bezüglichen Analysendaten sind in Tabelle II C angegeben. Im Dünnschliff können unzählige Flüssigkeitseinschlüsse, häufig mit Libellen, beobachtet werden, demzufolge das zwischengelagerte Steinsalz ein ganz verschwommenes Aussehen erhielt.

Es kann kein Zweifel darüber gehegt werden, daß hier rezidiv periodische Schichten auftreten. Ursprünglich polyhalitisch, wurden diese durch das erwähnte Hinzutreten der chlormagnesiareichen Laugen fortschreitenden Eintrocknungsvorganges in das heutige Gemengesalz umgewandelt. Auch die in diesem Lagerteil ausgeschiedenen Mengen des Kainits und höher hydratisierten Magnesiumsulfats wurden hiebei in Carnallit und Kieserit umgewandelt.

Das rezidive Auftreten periodischer Polyhalitschichten schreibe ich der ungleichmäßig veränderlichen Niveaugestaltung der Becken-

sohle zu, wodurch örtliche Veränderungen in der Lokalisation der sättigenden Konzentrationsströme eintreten konnten.

Der 5 m starke fünfte Abschnitt, dessen Zusammensetzung Tabelle II D angibt, ist fast identisch mit dem dritten Lagerteil. Nach sukzessiv erfolgter Abnahme der rezidiven Schichtung besitzt diese Halitschicht ein fast homogenes Aussehen. Nur hie und da sieht man ganz verschwommene Kieseritschnürchen, in deren Fältchen etwas Carnallit eingebettet ist. Polyhalit kann bereits nur in Spuren festgestellt werden, wogegen der Gehalt an überschüssigem Chlormagnesiahydrat stellenweise auf 1,3 %—2 % stieg.

Die über die Beschaffenheit der kieseritischen Übergangszone erhaltenen Resultate können nun in folgendem zusammengefaßt werden:

Im ersten Teil kommen sowohl der Polyhalit, als auch die Salze Anhydrit, Kieserit und Sylvin noch in ziemlichen Mengen vor. Drei Abschnitte, nämlich der carnallithaltige zweite, dritte und fünfte Abschnitt, sind bei sukzessiver Abnahme der periodischen Schichtung und der beigemengten Salze fast identisch. Sie bilden den Übergang vom Polyhalit-Halit zur massenhaften Ausscheidung an Magnesiumsulfat im carnallitischen Kieserit-Halit. Der vierte Teil weist eine rezidive Periode der Schichtung im Halitgestein auf, dem entsprechend starke Zunahme der angegebenen Beimengungen auftritt.

Der 8,25 m mächtige carnallitische Kieserit-Halit (Carnallit % < Kieserit % < Halit %) vertritt das eigentliche Hauptlager des Kieserits. Derselbe schließt sich unmittelbar der vorangehenden fünften Abteilung der kieseritischen Übergangszone an, die ich infolge des Mangels an Schnüren und der hiemit verbundenen Reinheit des Halits auch als homogenes Steinsalz[1] bezeichnete.

Auf Grund der an mehreren Stellen derselben Horizonte ausgeführten Bestimmungen können die Schichtungsverhältnisse des Staßfurter carnallitischen Kieserit-Halits in folgendem angegeben werden:

1. Schichtkomplex (250 cm), bestehend aus dünnen Lagen des Kieserits und Halits, mit zwischengelagerten stärkeren Salzbänken. Polyhalit kommt schon nicht vor und auch der Anhydritgehalt ist gering (0,6 %—1,3 %). Im 50 cm starken ersten Teil (35,5 % Kieserit, 12,0 % Carnallit, 51,9 % Halit) dominieren die Kieseritschnüre, die im kieserithaltigen Halitgestein sich eng aneinander schließen. Makroskopisch können 2—3 Carnallitschnüre festgestellt werden. Dieses unterste Bündel der Kieserit-Halitschnüre habe ich als Grenzschicht bezeichnet, womit außer der scharfen Abgrenzung gegen das homogene Steinsalz auch auf den Umstand hingewiesen

[1] M. Rózsa, Kali. 1913. Heft 10.

wird, daß die mit der gesteigerten Kieserit-Carnallit-Ausscheidung verbundene bankige Struktur bei dieser Schicht ihren Anfang nimmt.

Nach diesem Bündel von Kieseritlagen erscheint eine 20 cm starke, verhältnismäßig schwach kieseritische Salzbank (8,9 % Kieserit, 4,0 % Carnallit, 86,8 % Halit).

Im folgenden, 180 cm mächtigen Teil kommen mehrere 5—8 cm starke Salzbänke und einige Bündel von Kieserit-Halitschnüren vor. Die weißen Carnallitschnüre (3—4) sind nicht immer kontinuierlich. Sowohl hier als auch in den folgenden Partien ist der Carnallit häufig mit Kieserit innig verwachsen.

2. Leitsalzbank A (50 cm)[1]. Die Salzbank ist stellenweise sehr kieseritarm (0,7% Kieserit, 4,6 % Carnallit, 94,2 % Halit), und es kann im Hangenden eine häufig sehr dünn werdende, im unteren Teil blaßrot erscheinende weiße Carnallitschnur beobachtet werden.

3. Dieser beiläufig 165 cm starke Schichtkomplex besteht aus vier Bündeln der Kieserit-Halitschnüre und aus vier zwischengelagerten Salzbänken. Auf Grund der an mehreren Stellen ausgeführten Beobachtungen kann keine bestimmte Angabe über die Mächtigkeit der einzelnen Teile angegeben werden, da die Grenzen derselben oft sehr verschwommen und die einzelnen Lagen ineinander verwachsen erscheinen. Die Zahl der Carnallitschnüre beträgt 3—5. Im allgemeinen ist die letzte Salzbank die stärkste und die Kieseritschnüre werden infolge ihrer Zerrissenheit häufig diskontinuierlich. Der Kieseritgehalt (27,4 %) hat gegenüber dem ersten Lagerteil (28,3 %) etwas abgenommen.

4. Bündel von dünnen Kieserit- und Steinsalzlagen (80 cm, 36,8 % Kieserit, 13,3 % Carnallit, 49,3 % Halit). In der Mitte und im oberen Teil des Bündels durchgehende Carnallitschnüre, die stellenweise bis zu 3 cm Mächtigkeit anschwellen.

5. Dieser 180 cm starke Lagerteil ist dem dritten Abschnitt ähnlich und besteht aus 5—7 Salzbänken, die durch ebensoviel Kieserit-Halitbündel voneinander getrennt sind. Die Zahl der kieseritarmen Steinsalzbänke kann nicht genau angegeben werden, denn Salzbänke, die an einer Stelle kieseritarm erscheinen, werden in gewisser Entfernung wieder kieseritführend. Die letzten Salzbänke sind die stärksten und enthalten im oberen Teil bereits viel Kieserit. Auch hier sind einige Carnallitschnüre sichtbar. Die Zusammensetzung dieses Lagerteiles dürfte ungefähr dem dritten Lagerteil entsprechen.

6. Bündel von dünnen Kieserit- und Steinsalzlagen (75 cm, 35,1 % Kieserit, 14,7 % Carnallit, 49,7 % Halit). Es können auch einige Carnallitschnüre, die mit Kieserit innig verwachsen sind, beobachtet werden. Im oberen Teil kommt eine weiße Carnallitschnur vor, die stellenweiße bis 5 cm stark wird.

[1] M. Rózsa, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **97**. 45 (Figur).

7. Salzbank (25 cm). Der Kieseritgehalt hat abgenommen (8,8 % Kieserit, 11,5 % Carnallit, 78,0 % Halit), und nur in der Mitte der Salzbank kann eine carnallitische Kieseritschnur mit Sicherheit festgestellt werden.

Wie es demnach aus den Schichtungsverhältnissen des carnallitischen Kieserit-Halits (Hauptlager des Kieserits) ersichtlich ist, charakterisieren denselben die in rezidiven Perioden auftretenden Schichtkomplexen dünner Kieserit- und Halitschichtchen und die zwischengelagerten, auf Kieserit verarmten mächtigeren Steinsalzbänke. Die periodische Schichtung wurde, im Zusammenhange mit dem Mechanismus des Ausscheidungsvorganges, durch die in bestimmten Tiefen erfolgten Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme verursacht. Zur Gestaltung derselben haben hauptsächlich die mit den Temperaturverhältnissen und Zuflüssen verknüpften Veränderungen des Sättigungszustandes und der entsprechenden spezifischen Gewichte beigetragen.

Der carnallitische Kieserit-Halit, ähnlich dem Staßfurter Vorkommen, kann auch in den Kalisalzablagerungen der Südharzgegend und in der Umgebung von Hannover festgestellt werden. Das an diesen Stellen beobachtete Fehlen des Polyhalits dürfte mit der erwähnten Einsickerung der Laugen fortschreitenden Eintrocknungsvorganges, als auch mit der bereits beim Eintrocknungsvorgang erfolgten Zunahme an Chlormagnesia, im Zusammenhange gestanden sein. Für die letzt angegebene Voraussetzung spricht an vielen Stellen der Umstand, daß die periodischen Kieseritschnüre der Übergangszone nicht anzutreffen waren. Auch der zweite und vierte Abschnitt dieser Zone sind zumeist sehr spärlich ausgebildet. Hingegen besitzt der ganze, zwischen dem Anhydrit-Halit und dem carnallitischen Kieserit-Halit liegende Lagerteil zumeist ein Aussehen, das dem fünften Abschnitt der Staßfurter kieseritischen Übergangszone ähnlich ist. Nur hie und da sieht man schwache, verschwommene Kieseritschnürchen, in deren Fältchen sich etwas Carnallit anhäufte. Dieses unter dem carnallitischen Kieserit-Halit (Hauptlager des Kieserits) liegende, verschwommen und fast homogen aussehende Steinsalz fand ich unter anderem sowohl im Werke Hercynia (Vienenburg), als auch im Werke Neu-Mannsfeld (Wausleben).

Dem carnallitischen Kieserit-Halit schließt sich das Lager des kieseritischen Carnallit-Halits (Kieserit % < Carnallit % < Halit %) an. Die mit Steinsalz verwachsenen, periodischen Anhäufungen der Kieseritschnüre werden, bei stark zunehmendem Gehalt an Carnallit, immer seltener und es treten weniger verschwommene, starke Kieseritlagen auf.

Zwischen dem Salzton und dem kieseritischen Carnallit-Halit liegt schließlich das abbauwürdige Hauptsalz (kieseritischer Halit-Carnallit, Kieserit % < Halit % < Carnallit %), in welchem,

bei Gegenwart von Steinsalzbänken und Kieseritlagen, der Carnallitgehalt überwiegend wird.

In Staßfurt beträgt die Mächtigkeit des Hauptsalzes ungefähr 16 m. Je nach dem lokalen Verlauf der Pressungsvorgänge ist der kieseritische Carnallit-Halit stellenweise etwas schwächer, doch zumeist mit einigen Metern stärker.

Die primäre Ausscheidung des Carnallits und Kieserits im Hauptsalz steht außer Zweifel, da die Lagerungsverhältnisse und die chemische Zusammensetzung die aus kainithaltigen Schichten vorausgesetzte sekundäre Entstehung derselben gänzlich ausschließen [1]. Auch für den größeren Teil des kieseritischen Carnallit-Halits gilt dasselbe. Im liegenden Teil dieses Lagers und im carnallitischen Kieserit-Halit schließen dagegen die chemische Zusammensetzung und das mikroskopische Bild die ursprüngliche Anwesenheit von Kainit und von höher hydratisiertem Magnesiumsulfat nicht aus. Da die Voraussetzung des Bestehens von Bischofitlagern und ihrer späteren Mitwirkung bei den Umwandlungsvorgängen nicht aufrecht erhalten werden kann [2], so mußte die carnallitisch-kieseritische Umwandlung infolge der erörterten Einsickerung der chlormagnesiareichen Laugen fortschreitenden Eintrocknungsvorganges eintreten. Es waren daher zur Zeit der in der Tiefe vor sich gehenden Umwandlungsvorgänge, außer dem Halit und etwas Polyhalit, zumeist nur die Salze Anhydrit, Carnallit und Kieserit vorhanden. Eine Ausnahme bildeten jene Lagerteile, deren carnallitisch-kieseritische Umwandlung erst bei höheren Temperaturen erfolgen konnte und aus welchen die durchtränkenden Laugen unter dieser Temperatur, oder, was viel wahrscheinlicher ist, erst bei der nachträglichen Erhebung in niedrigere Temperaturzone, ausgepreßt wurden. Die thermale Umwandlung des ursprünglich ausgeschiedenen Kainits und der höher hydratisierten Sulfate hätte in diesem Falle tatsächlich jene Salze ergeben, die im liegenden Teile der Hartsalzlager anzutreffen sind. Es darf aber auch die Einwirkung der Laugen des unteren Gipslagers, die den Verlauf der Umwandlungsvorgänge wesentlich beeinflussen konnte, nicht außer acht gelassen werden.

Die Entstehung der Boracitkugeln schrieb ich der Zirkulation der intern gebliebenen, chlormagnesiareichen Laugen zu. Beeinflußt durch die in der Tiefe bestandenen statischen Druckverhältnisse, erfolgte die Boracitbildung, wie dies auch die gleichartige Ausbildung im Hauptsalz und im Hartsalz bestätigt, gewiß noch vor der Hartsalzbildung.

---

[1] M. Rózsa, Über die Ausscheidung und Thermometamorphose der Zechsteinsalze Bischofit, Kainit und Astrakanit. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. 97. 41. 1916.

[2] Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. 97. 54. 1916.

Was nun die in der Tiefe nachträglich stattgefundenen Umwandlungsvorgänge der Kalisalzlager im allgemeinen anbelangt, so konnten dieselben nach den bisherigen Ausführungen hauptsächlich in zwei Richtungen verlaufen [1]:

1. Interne Laugen, die aus den Salzen späteren Entwicklungsstadiums herstammten, oder den eingesickerten Mutterlaugen fortschreitenden Eintrocknungsvorganges entsprachen, haben bei ihrer Einwirkung auf Salzgemengen früherer Ausscheidungsperioden in der Richtung fortschreitender Gleichgewichtsveränderungen eingewirkt. So entstanden aus eventuell noch vorhanden gewesenem Kainit, bezw. aus seinen Thermoprodukten, infolge der Einwirkung des aus dem Hauptsalzcarnallit herstammenden Chlormagnesiums, schließlich Carnallit und Kieserit, aus dem Polyhalit Anhydrit, Kieserit und Carnallit usw.

2. Interne Laugen, die in den liegenden Salzschichten entstanden sind (hauptsächlich die Laugen des unteren Gipslagers) und chlormagnesiaarme, eingedrungene fremde Laugen verursachten bei der Durchtränkung jener Schichten, die einem fortgeschritteneren Eintrocknungsstadium entsprachen, hydrothermal rückgängig erfolgte Umwandlungsvorgänge, ähnlich jenen, die bereits durch van't Hoff übersichtlich angegeben wurden [2]. So entstanden im carnallitischen Kieserit-Halit (Hauptlager des Kieserits) aus den kieserit- und steinsalzreichen Schichten Vanthoffit und Loeweit, aus den Gemengen des Carnallits und Kieserits im kieseritischen Carnallit-Halit und Halit-Carnallit, je nach dem vorhandenen Kieseritgehalt und nach dem Chlormagnesiagehalt der Laugen, langbeinithaltige und langbeinitfreie Gemenge und Schichten des Sylvins und Kieserits. Der ursprünglichen Zusammensetzung entsprechend gestalteten sich auch die Umwandlungsvorgänge in der kieseritischen Übergangszone. Im vierten Abschnitt treten stellenweise größere Polyhalitnester auf [3], wogegen in den anderen Teilen neben Spuren der nachfolgenden sekundären Salze (Vanthoffit, Loeweit, Langbeinit, Sylvin, Kieserit) nur geringe Mengen des Polyhalits anzutreffen waren.

Je nach den sich örtlich gestaltenden Niveauänderungen einzelner Teile der Salzlager, bezw. nach den statischen Druckverhältnissen der internen Laugenzirkulation und Pressungsvorgänge, fanden örtliche Differenzierungen in der Zusammensetzung der aus verschiedenen Teilen des Lagers herstammenden Laugen statt.

[1] M. Rózsa, Das Bestehen von Bischofitlagern und die sekundären Umwandlungsvorgänge der Zechsteinkalisalze. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **101**. 276. 1917.

[2] J. H. van't Hoff, Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. 1905. I. 81.

[3] Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **97**. 45 (Figur). 1916.

Es müssen demnach die in denselben Horizonten auftretenden Abweichungen der Umwandlungsvorgänge, außer den Veränderungen der geothermalen Temperaturzone, hauptsächlich der verschiedenen Zusammensetzung einwirkender Laugen zugeschrieben werden. Beweise der differenzierten Zusammensetzung zirkulierender Laugen wurden bereits bei Aufzählung der posthumen Einlagerungen im zerklüfteten Hauptanhydrit angegeben [1].

Über einen Fossilfund aus der Unteren Kreide von Trinidad.

Von **L. Sommermeier.**

Mit 2 Textfiguren.

Die Kreide des nördlichen Südamerika ist auf Trinidad nur in einem geringen Ausschnitt der Beobachtung zugänglich. Gegenüber den Kordilleren ist die Überlieferung schon in dem Karibischen Gebirge beschränkter, wo große Teile in den abgesunkenen Gebirgsstücken und unter der Bedeckung durch jüngere Sedimente verschwunden sind. Von der breiten Kreidezone des östlichen Venezuela sind in ihrer Fortsetzung auf Trinidad nur die Reste eines schmalen Zuges an der Bildung der Oberfläche beteiligt. In dem Höhenzuge, welcher die Mitte der Insel in östlicher bis nordöstlicher Richtung durchquert, treten die Gesteine der Unteren Kreide, z. T. stark gefaltet und verworfen, zwischen den tertiären Ablagerungen zutage.

Es sind zur Hauptsache harte Sandsteine und Quarzite mit dunklen, glimmerreichen Tonschiefern im Liegenden. In diesen bilden Sandsteine, plattige Kieselkalke und massiger bituminöser Kalkstein Einlagerungen. Die Fossilführung ist auf letzteren beschränkt. Da es nur geringmächtige und spärliche Kalkbänder im Tonschiefer sind, so ist ein reicheres paläontologisches Material von hier nicht zu erwarten.

Bei geologischen Aufnahmen im Sommer 1914, die sich auch auf einen kleinen Abschnitt in der östlichen Hälfte des Kreidezuges erstreckten, fand ich einen Zweischaler, der einer von Gerhardt [2] aus dem Aptien von Columbien beschriebenen Art — *Didymotis variabilis* Ger. — sehr nahesteht. Weitere Fundstücke, die schlechter erhalten waren und im Felde keinen Anhalt für eine nähere Bestimmung boten, muß ich hier übergehen, da ich sie zur Untersuchung nicht habe mitbringen können.

[1] Über die posthumen Einlagerungen im Hauptanhydrit. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **98**. 327. 1916.

[2] Gerhardt, Beitrag zur Kenntnis der Kreideformation in Columbien. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XI. 1897. p. 178—179. Taf. V Fig. 3.

Das Vorkommen von Unterer Kreide auf Trinidad ist bekannt, seitdem Wall und Sawkins[1] 1856—1858 die erste geologische Aufnahme der Insel vornahmen und die betreffenden, von ihnen als Older Parian Group bezeichneten Schichten in gleicher Ausbildung auf dem benachbarten Festland als Neocom erkennen konnten (durch den Fund von *Trigonia subcrenulata, Ostrea Couloni* u. a. bei Cumana im östl. Venezuela). Bestimmbare Kreidefossilien fanden sie auf Trinidad selbst nicht, und auch in der Folgezeit ist davon so gut wie nichts bekannt geworden[2]. Der im folgenden beschriebene Fund läßt die erste Bestimmung eines Fossils der Unterkreide von Trinidad zu und in Übereinstimmung mit den Angaben von Wall und Sawkins die Schichten sicher als Aptien feststellen.

Didymotis Trinidadensis n. sp.

Fundort: Trinidad, Brit.-Westindien (Nariva River, Distr. Manzanilla). Annähernd 20 Exemplare in einem Gesteinsstück vom Anstehenden des bituminösen Kalksteins an der Grenze gegen den Tonschiefer; kein einziges ist völlig erhalten, die Schalen sind vielfach übereinandergebettet und zerbrochen.

Beschreibung: Schale sehr dünn und flach. Gestalt oval, bei kleineren mehr rundoval. Höhe zur Länge wie 2 zu 3, das größte Stück hat eine Höhe von 20 mm, ähnlich groß oder etwas kleiner sind die meisten. Wirbel wenig hervorragend und etwas vor der Mitte liegend. Schloßrand gerade und lang, dem Unterrand parallel. Größeres Hinterohr und kleineres Vorderohr vorhanden. In der Skulptur vorherrschend konzentrische, faltige Rippen, teils flachwülstig und breit, aber sehr ungleichmäßig und auch außer der Reihe an Größe ab- und zunehmend. Zurücktretend, aber immer deutlich wahrnehmbar, eine zarte radiäre Berippung durch zahlreiche (bis zu 30) engstehende, feine Rippen auf dem mittleren Schalenteil (bis dahin, wo die konzentrischen Rippen dem Vorder- und Hinterrand entsprechend in die Höhe biegen). Indem nach je 3—4 oder auch mehr der Radialrippen eine der trennenden Furchen breiter und tiefer ist als die andern, entsteht Rippenbündelung.

Der Hauptunterschied gegen *Didymotis variabilis* Gerh. liegt in dieser Art der Radialskulptur, sonst ist die Übereinstimmung fast vollkommen. Bei jener sind es flache, breite Radialrippen,

[1] Wall and Sawkins, Report on the Geology of Trinidad. London 1860.

[2] J. R. Lechmere-Guppy gab in The Geologist, London 1863, eine Mitteilung über den Fund von Belemniten, Trigonien u. a. auf sekundärer Lagerstätte. Der Band ist mir nicht zugänglich, angeführt nach demselben Verfasser, Quart. Journ. Geol. Soc. 1892. — Die spätere geologische Erforschung Trinidads hat sich fast ausschließlich mit dem Tertiär beschäftigt, über dessen Stratigraphie und Paläontologie eine umfangreiche Literatur vorhanden ist.

nur bis 13 auch auf bedeutend größeren Exemplaren, ohne Bündelung und z. T. auch gänzlich fehlend. Bei beiden Arten ist die Radialrippung in der oberen Schalenhälfte nur schwach ausgeprägt und verliert sich in der Wirbelregion ganz.

Das Variieren innerhalb der Art GERHARDT's beruht vornehmlich auf Verschiedenheit der Berippung, der konzentrischen wie der radialen. Bei einem Vergleich mit 17 von GERHARDT untersuchten Exemplaren aus Columbien (Sammlung HETTNER im Geolog.-paläontolog. Institut Straßburg) fand ich keines darunter, das die Besonderheit der Spezies *Trinidadensis* zeigt.

B e z i e h u n g e n. Verwandtschaftliche Beziehungen der Gattung lassen sich nur zu *Posidonomya* und deren Sippschaft finden, schon der erste Eindruck von Beschaffenheit der Schale und von der Skulptur führen dazu. Durch Vergleiche in dieser Richtung sah GERHARDT die meisten Berührungspunkte mit *Diotis* SIMONELLI[1]. Diese hat ebenfalls Vorder- und Hinterohr, aber keinen geraden Schloßrand und sehr wechselvolle Skulptur. In der ihr zugrunde liegenden Art *Posidonia Janus* MENEGHINI sind sehr abweichende Formen zusammengefaßt.



Textfig 1.
Didymotis Trinidadensis n. sp.



Textfig. 2.
Didymotis Trinidadensis n. sp. Bruchstück eines anderen Exemplares. Hinterhälfte des Schloßrandes und Ansatz zum abgebrochenen Hinterohr.

In *Didymotis* finden sich aber Merkmale der H a l o b i i d e n so unverkennbar wieder, daß sie in die Nachkommenschaft dieser Familie zu rechnen ist, auch wenn sie keiner bestimmten der älteren Formen enger angegliedert werden kann. Die Vereinigung von langem, geradem Schloßrand mit Vorder- und Hinterohr findet sich bei ihnen nicht, sie sind nur im Einzelnen in gleicher Weise

[1] SIMONELLI, Faunula del Calcare ceroide di Campiglia maritima (Lias inf.). Atti Soc. Toscana. 6. 1883. p. 125. Vergl. auch CANAVARI, Sui fossili del Lias inf. dell Apenn. centr. Atti Soc. Tosc. 4. 1880. p. 154. Taf. XI Fig. 5—6.

ausgebildet. Die durch das Zusammenwirken von konzentrischen Falten und feinen Radialrippen charakteristische Skulptur von *Didymotis* sehen wir aber in ganz ähnlicher Weise bei den Daonellen in der Gruppe[1] der posidonoiden Formen mit schwacher Radialskulptur und in der Gruppe der *Daonella Mussoni* Mer. mit schwächerer, oft nur in der Schalenmitte deutlicher Radialskulptur, indem Vorder- und Hinterteil von den radiären Streifen freibleiben. Ferner bei den Halobien aus der Gruppe der schwach verzierten Formen mit schwach entwickelter Radialskulptur, die Radialrippen dabei immer nur am unteren Schalenrand oder in dessen Nähe deutlich. Besonders gut läßt sich aus dieser Gruppe *Halobia disperseinsecta* Kittl (Kittl, l. c. p. 88. Taf. I Fig. 24—29) mit *Didymotis Trinidadensis* vergleichen: die Rippen, zumal die Sekundärfurchen der Rippen, verlieren sich nach dem Wirbel zu. 5—10 Hauptradialfurchen, auf den dadurch gebildeten breiten Rippen mitunter 2—4 sehr schwache Bündelrippen.

Neben *Didymotis variabilis* konnte Gerhardt (l. c. p. 201. Taf. V Fig. 20) aus dem gleichen Gebiet eine für diese Fauna der Unteren Kreide ebenso auffallende Muschel beschreiben, die er *Monotis Roemeri* Karsten sp. nennt, da er sie für gleichartig mit *Inoceramus Roemeri* Karsten[2] hält und daher ins Albien versetzt. Von *Didymotis* unterscheidet sie sich durch das Fehlen eines deutlich abgesetzten vorderen Ohres. Die konzentrischen faltigen Rippen sind die gleichen wie dort, die radiale Berippung fehlt aber. Sie hängt mit jener insofern eng zusammen, als sie in gleicher Weise den Charakter einer dünnschaligen, flachen Aviculiden-Art zeigt. Der gerade Schloßrand mit einem hinteren Flügelohr ohne Vorderohr ist völlig so wie bei *Monotis*, weshalb Gerhardt das Fossil als die erste aus der Kreide beschriebene *Monotis*-Art bezeichnete. Da für alle bekannten *Monotis*-Arten die Radialskulptur ein wesentliches Merkmal ist, so wäre es vielleicht zweckmäßiger, mit ihm eine neue Gattung aus der Familie der Monotiden zu begründen.

Die Auffassung Gerhardt's, die Art dem *Inoceramus Roemeri* Karsten gleichzustellen, halte ich aber nicht für richtig. Daß die Abbildung bei Karsten den Schloßrand nicht der Wirklichkeit entsprechend wiedergibt, wie er zur Begründung der Gleichsetzung angenommen hatte, ist möglich. Sie zeigt aber, was in der Beschreibung dazu von Karsten freilich nicht erwähnt ist, auf der dünnen Schale und dem Steinkern eine feine, nur schwach wirkende

[1] Nach der Einteilung von E. Kittl, Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae der Trias. 1912. Budapest.

[2] H. Karsten, Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien. Amtl. Bericht der Naturforscher-Gesellschaft zu Wien 1856. p. 112. Taf. V Fig. 6.

Radialstreifung, welche die starken konzentrischen Falten im mittleren Schalenteil kreuzt, während sie auf dem Vorder- und Hinterteil fehlt, also die auch für *Didymotis* charakteristische Skulptur. GERHARDT's Original läßt von Radialstreifung nichts erkennen, die Gleichsetzung beider Arten kann als ungenügend begründet fallen gelassen werden und damit die Altersbestimmung. Ihre Versetzung ins Albien (ebenso des mit ihr zusammen vorkommenden *Prionocyclus Guayabanus* STEINM.) beruht nur auf der Deutung als Spezies *Roemeri* KARSTEN, der nach den Begleitfossilien dieses Alter zukommt. Sondern diese Kreide-*Monotis* gehört wohl auch ins Aptien wie *Didymotis variabilis* GERHARDT[1], die mit demselben Fundortsvermerk (Kalkblock im Flußbett des Rio Guayaba, Cerro Pelado) im gleichen Gestein vorhanden ist wie jene.

Die Richtigkeit der zeichnerischen Angaben von der Form des Schloßrandes bei *Inoceramus Roemeri* KARSTEN ist leider nicht nachzuprüfen möglich, da sich ein als Original bezeichnetes Exemplar der Art in der Sammlung KARSTEN (Geolog.-paläont. Institut Berlin) nicht auffinden läßt. Dagegen sind dort zwei andere als *Inoc. Roemeri* KARSTEN gezeichnete Stücke vorhanden, mit denen KARSTEN's Abbildung nicht übereinstimmt und deren Erhaltungszustand alles Wesentliche erkennen läßt: gerader, langer Schloßrand, ohrartige Flügel vorn und hinten. Als Skulptur konzentrische, wülstige Rippen und feine Radialstreifung, letztere nur im mittleren Schalenteil. Es sind also Vertreter von *Didymotis*, und das Vorhandensein der wesentlich abweichenden von KARSTEN dargestellten Form läßt sich wohl in Zweifel ziehen. Aber auch in ihrer Abbildung und Beschreibung hat diese viel mehr den Charakter einer *Posidonia*-Verwandten als den eines *Inoceramus*[2].

Außerdem birgt der bisher noch unbestimmt gebliebene Teil der Sammlung KARSTEN in Berlin einiges, was hierhin gehört. Bei einer Durchsicht fand ich ein Stück von Insa (Venezuela), das mit GERHARDT's *Monotis Roemeri* nahezu völlig übereinstimmt. Ferner ein größeres Gesteinsstück eines schwarzen verkieselten Kalksteins ohne Fundortsangabe. Es ist voll von dicht übereinandergelagerten schiefovalen, kleinen flachen Schalen mit kaum hervorragendem Wirbel und mit konzentrischen faltigen Rippen. Radialstreifung ist nicht erkennbar. Die Ränder sind nirgends gut erhalten, so daß sich über Form des Schloßrandes und das Vorhandensein von Ohren nichts sagen läßt. Mit einer der vorigen Arten stimmen

[1] deren Begleitfossilien sind *Exogyra Boussingaulti* D'ORB., *Acanthoceras Martini* D'ORB., *Ac. Milletianum* D'ORB. u. a.

[2] Flachgedrückte Inoceramen mit dünner Schale können allerdings bekanntlich Posidonien zum Verwechseln ähnlich sehen. Die von KARSTEN angegebene Annäherung an *Inoceramus Goldfussianus* D'ORB. erscheint sehr fragwürdig.

sie nicht überein, am meisten ähneln sie Posidonien, in deren hier behandelten Verwandtschaftskreis gehören sie jedenfalls.

Die vorangehend beschriebenen und besprochenen Formen (*Didymotis Trinidadensis* n. sp., *D. variabilis* GERH., *Monotis Roemeri* KARSTEN non GERHARDT, *Didymotis Roemeri* KARSTEN und die zuletzt erwähnten Stücke der Sammlung KARSTEN) bilden zusammen eine kleine Gruppe gleichklappiger, flacher, dünnschaliger Aviculiden, die — im Gegensatz zu den ungleichklappigen — sonst nur bis zum älteren und mittleren Mesozoicum bekannt, hierdurch bis ins Aptien und Albien vertreten sind.

Mit den zu vergleichenden Formen aus Trias und Jura haben sie viel Gemeinsames. Es kehren einzelne Eigentümlichkeiten in der Skulptur und in der Ausbildung von Schloßrand und Ohren wieder, bei gleicher Schalenbeschaffenheit, derselben Lebensweise (freischwimmend, Fehlen des Byssusausschnittes) und wohl auch ähnlichen Lebensbedingungen (Erhaltung in gleichartigen Sedimenten).

Ihre Verbreitung erstreckt sich nach den bisherigen Funden von Trinidad über Venezuela, Columbien bis Ecuador. Denn zu dem Wenigen, was über die Kreide von Ecuador bekannt ist [1], gehört die Angabe von häufigem Vorkommen des *Inoceramus Roemeri* KARSTEN. Weiter südlich, in der Unteren Kreide von Peru, sind sie anscheinend nicht vertreten. Ebenso fehlen sie in anderen Kreidegebieten [2], die faunistische Beziehungen zu diesem Faunenbezirk haben.

[1] TH. WOLFF, Geognostische Mitteilungen aus Ecuador. N. Jahrb. f. Min. etc. 1874. p. 376 u. f.

[2] Eine ganz zweifelhafte Angabe über eine *Posidonia* in der Kreide von Brasilien macht WHITE, Contrib. to the Pal. of Brazil. Cretac. Invert. fossils. Arch. Mus. Nat. Rio de Janeiro. VII. 1887. p. 54 u. 271. (Nicht näher zu bestimmende Abdrücke von einem Fundort, der sonst kein Kreidefossil geliefert hat.)

Personalia.

Ernannt: Dr. **R. Koechlin**, Kustos am k. k. naturhist. Museum in Wien zum Leiter der mineralogisch-petrographischen Abteilung.

Gefallen: Dr. **K. Treis** aus Charlottenburg, Leutnant d. R., am 21. März 1918 an der Westfront.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Symmetrie der Eiskristalle.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Im Neuen Jahrbuch f. Min. etc. 1895. II. 227 wurde darauf hingewiesen, daß den Kristallen des gewöhnlichen Eises höchstens rhomboedrische Symmetrie zukommt, und zwar auf Grund der von G. Nordenskjöld [1] gegebenen Abbildungen von Schneesternen, unter denen viele waren (Fig. 1, 13, 14, 15, 17, 18, 20—25, 36, 37), die mit Sicherheit auf eine nur drei-, nicht sechszählige Achse schließen ließen. Ich möchte zunächst hinzufügen, daß Nordenskjöld selbst bemerkte (l. c. p. 64, 67), daß „die Hemiedrie" in diesen Figuren „evident" sei; er spricht sich indessen angesichts des Umstandes, daß die allermeisten Schneesterne hexagonal-holoedrisch erscheinen, nicht entschieden aus. Da F. Rinne [2] dem Eis nach Maßgabe von Laue-Röntgenogrammen wieder eine sechszählige Achse zuschreibt, möge außerdem auf einige andere Untersuchungen über die Form sowohl von Schnee- wie auch Eiskristallen hingewiesen werden, aus denen ebenfalls zweifellos das Vorhandensein einer nur dreizähligen Achse sich ergibt.

Schon Scoresby (1820) gibt nach den Abbildungen bei Hellmann [3] trigonale Pyramiden an, ebenso Glaisher (daselbst); dann berichtet E. Belcher [4], daß er außer den von ihm abgebildeten sechsstrahligen Schneesternen auch solche beobachtet habe, bei denen drei lange Strahlen mit drei kurzen abwechseln. In neuerer Zeit will Prendel [5] sogar Rhomboeder (deren Kantenwinkel er auch angibt) beobachtet haben, indessen konnte ich seine Angaben mangels Abbildung nicht nachprüfen. Dann hat Bentley [6] lange

[1] G. Nordenskjöld, Bull. soc. franç. de min. **16**. 59. 1893.

[2] F. Rinne, Ber. Akad. Leipzig. **69**. 57. 1917.

[3] Hellmann, Schneekristalle. Berlin 1893. p. 19 u. 21. Hellmann's eigene Figuren sind alle mit hexagonaler Symmetrie verträglich.

[4] E. Belcher, The last of the Arctic Voyages. London. 1855. II. 302.

[5] Prendel, Ref. Zeitschr. f. Krist. **22**. 76. 1894.

[6] Bentley, Monthly Weather Review. **30**. 607. Taf. 1—22. 1902.

Jahre Photographien von Schneesternen gesammelt, wohl wesentlich zu meteorologischen Zwecken, indem er hoffte und z. T. auch wohl glaubte, aus der Art ihrer Ausbildung auf die Art ihrer Entstehung schließen zu können („... if we may judge of the life history as written within its face"). Dieser Zweck scheint mir nun, vorläufig wenigstens, kaum erreichbar, trotz oder vielleicht gerade wegen der erstaunlichen Mannigfaltigkeit der Ausbildung der Schneekristalle, wohl aber kann man aus der außerordentlichen Regelmäßigkeit in der Verteilung der Luft- und Wassereinschlüsse, auf welcher die Mannigfaltigkeit wesentlich beruht, auf die große Homogenität des Mediums hinsichtlich Temperatur, Konzentration etc. wenigstens in der für den wachsenden Kristall in Betracht kommenden Umgebung schließen. Unter den ca. 230 von Bentley veröffentlichten Abbildungen sind mindestens 20, in denen die Dreizähligkeit der Achse mit derselben peinlichen Genauigkeit zum Ausdruck kommt, wie in den meisten andern die scheinbare Sechszähligkeit. Unter den ebenfalls von Bentley[1] veröffentlichten ca. 300 Abbildungen von „frost- and ice-crystals" läßt dagegen nur eine die Dreizähligkeit der Achse mit Sicherheit erkennen.

Daß deutlich trigonale Entwicklung nicht häufiger erkennbar ist, könnte darin begründet sein, daß die Randflächen der Eistäfelchen Formen zweiter Stellung sind (wie solches von manchen nach Goldschmidt's Methode erhaltenen, den Schneesternen zuweilen auch ähnelnden Korundskeletten gilt), indessen ist mir das angesichts des sonst ähnlichen Habitus der deutlich trigonalen und scheinbar hexagonalen Kristalle nicht gerade wahrscheinlich, zumal Übergänge zwischen beiden vorkommen, in der Art, daß der Kern deutlich dreizählig, die äußeren Teile ganz sechszählig erscheinen. Die scheinbare Sechszähligkeit kann aber sehr wohl auf Zwillingsbildung symmetrisch nach $(10\bar{1}0)$ beruhen, darauf weist vielleicht die Form eines Querschnitts bei G. Nordenskjöld (l. c. Fig. 2) hin, und durch solche Zwillingsbildung könnte sich vielleicht auch das Ergebnis von Rinne erklären[2], denn Rinne hat sich nur von der optischen Homogenität der benutzten Platten überzeugt, die kristallographische wäre nur durch Erzeugung von Schmelzfiguren festzustellen, diese würden aber über etwaige Zwillingsbildung nach (0001) auch noch keinen Aufschluß gegeben haben, wenigstens sind die mir bekannt gewordenen ebenfalls mit sechszähliger Hauptachse verträglich[3].

[1] l. c 35. 348 ff. 1907.

[2] Eine Zustandsänderung des Eises I bei Rinne's Versuchen infolge Abkühlung durch die flüssige Luft ist nach dem bisher bekannt gewordenen Verhalten von Eis I bei gewöhnlichem Druck wenig wahrscheinlich, wenn die Temperatur oberhalb — 120° geblieben ist.

[3] Die bei Tyndall (Das Wasser. Internat. naturw. Bibl. 1. 44. 1879) abgebildeten „Blumen" sind nicht sehr deutlich, lassen aber laut Text

Daneben liegen nun einige Anzeichen vor, nach denen die dreizählige Achse polar ist, was also auf die Turmalin-Symmetrie hinweisen würde. Dahin gehören die von Hellmann (l. c.) nach Scoresby abgebildeten drei- und sechsseitigen einfachen (nicht Doppel-) Pyramiden, ebenso die von Rinne wieder abgebildete von A. E. Nordenskjöld beobachtete Form und eine solche bei Bentley[1] abgebildete; ferner die von Brun[2] beobachtete 7 mm große Pyramide, an deren jeder Basisecke noch wieder eine kleinere mit ihrer Spitze gewissermaßen angehängt war und von denen er besonders betont, daß sie nur wenig hohl waren, dann der von A. S. E. Ackermann[3] mitgeteilte Durchschnitt durch eine Eistafel, die von Grossmann und Lomas[4] beobachteten hohlen hexagonalen Pyramiden, die mit ihrer Spitze auf dem Gestein einer isländischen Lavagrotte aufsaßen, und die von C. H. Hering[5] aus einer Eisgrotte der Hohen Tauern abgebildete große Tafel. Ebenso deutet darauf eine Bemerkung von G. Nordenskjöld (l. c. p. 60), wonach bei einem Schneekristall nur auf jeder zweiten Prismenfläche ein Bläschen beobachtet wurde (bei rhomboedrischer Holoedrie müßte es auf jeder Prismenfläche erscheinen, allerdings auf abwechselnden in verwendeter Lage), und seine Abbildung l. c. Fig. 3 u. 4. Dagegen möchte ich den vielfach vom Hagel beschriebenen sechs- und dreiseitigen Pyramiden keine Bedeutung beilegen, sondern sie für nur mehr oder weniger regelmäßige Sektoren aus konzentrisch-strahlig gebauten Kugeln halten.

Bei der Deutung von Kristallen auf Hemimorphie lediglich aus ihrem Habitus ist natürlich Vorsicht nötig, denn eine gleichmäßige Entwicklung kristallographisch gleichberechtigter Richtungen ist nur dann zu erwarten, wenn das Medium, in dem der Keim heranwächst, hinreichend homogen ist; wenn das nicht der Fall ist, wenn z. B. die Kristalle an der Grenze zweier Medien sich entwickeln, in denen die Nährlösung verschieden ist, können von der wahren inneren Symmetrie abweichende, und zwar in bestimmter

---

6 Blättchen erkennen; wenig deutlicher sind die von Bentley (l. c. **35.** 443. Taf. 26 Fig. 231) gegebenen; erheblich besser aber die daselbst nach Snow reproduzierten (Fig. 228, 229 A, 225 B auf Taf. 25). Ausgezeichnete Abbildungen solcher „Fleurs de la Glace“ sollen unter diesem Titel von H. Schoentjes, Gent, 1905, herausgegeben sein; sie waren mir nicht zugänglich. Die bei Leydolt (Wien. Ber. Math.-naturw. Kl. 1851. 7) abgebildeten Einschlüsse haben die Form hexagonal-holoedrischer Negativ-Kristalle und eine am Erdboden angetaute Eistafel hatte Ätzgruben von der Form hexagonaler Pyramiden.

[1] l. c. **35.** Taf. 25 Fig. 2.

[2] Brun, Arch. sc. phys. nat. (3.) **25.** 240. 1891.

[3] Ackermann, Nature. 12. Dez. 1912. p. 411.

[4] Grossmann und Lomas, Nature. **50.** 100. 1896.

[5] Hering, Zeitschr. f. Krist. **14.** 250. 1888.

Weise abweichende, Gestalten entstehen (man denke z. B. an die Steinsalztrichter von der Oberfläche von Siedpfannen). Nun weisen, wie schon oben bemerkt, die fast mathematische Korrektheit der „Verzierungen“ der Schneekristalle auf große Homogenität des umgebenden Mediums hin; wenn daher die oben erwähnten, nach Hemimorphie aussehenden Abbildungen sich alle auf Schneekristalle bezögen, würde ich geneigt sein, trotzdem sie im ganzen selten zu sein scheinen, auf Hemimorphie zu schließen. Jene Voraussetzung ist aber keineswegs erfüllt: ein Teil jener Figuren bezieht sich sicher nicht auf Schnee (d. h. frei schwebend in der Luft gebildete Kristalle), bei den andern ist es zweifelhaft[1]. Ähnliches gilt von einer Beobachtung Westman's[2], nach der an einer Tafel von Eis die eine Seite glatt, die andere rauh war, da nicht angegeben ist, daß beide unter gleichen Bedingungen gestanden haben. Neuerdings ist aber Dobrowolski[3] mit großer Entschiedenheit für die Polarität der Achse eingetreten. Nach ihm sind die nach der Achse stabförmigen Kriställchen zuweilen am einen Ende von einer ebenen Fläche (0001) begrenzt, am andern dagegen zugespitzt, zeigen auch an diesem Ende, und nur an diesem, einen Zerfall in ein Bündel dünnerer Stäbchen; sind sie aufgewachsen, dann immer mit diesem anscheinend rascher abschmelzenden Ende, wie es auch sonst bei hemimorphen Kristallen wohl beobachtet ist. Beiderseits von ebenen Flächen (0001) begrenzte Stäbchen könnten danach nach (0001) symmetrische Zwillinge sein, und in der Tat hat Dobrowolski an solchen Stäbchen beobachtet, daß sie nahe der Mitte eine feine, einer Zwillingsnaht ähnliche Linie // (0001) zeigten oder eine Verjüngung des Querschnitts in der Mitte, als wenn zwei Kristalle mit ihren spitzen Enden verwachsen wären. Derartige Kristalle sind zugleich, wie es ja auch sonst an Zwillingen oft bemerkt ist, erheblich größer als die einfachen Kristalle.

Diese Beobachtungen scheinen mir sehr bemerkenswert; ich habe versucht, sie durch Schmelzversuche an Täfelchen zu bestätigen, die aus Teicheis geschnitten waren; sie hatten parallel der Achse 2 cm, in zwei Richtungen // (0001) 4 und 0,5 cm Kantenlänge und wurden, um die beiden zur optischen Achse senkrechten Flächen einer möglichst gleichen und gleichmäßigen Temperatur auszusetzen, in ein Gefäß mit Petroleum gelegt und es wurde dann unter einem Mikroskop mit Schlittentisch die Geschwindigkeit gemessen, mit welcher sich der zur optischen Achse parallele Durchmesser des Stückes an der einen und der andern Basisfläche ver-

---

[1] Auf anomale Wachstumsumstände weist auch wohl der Umstand, daß sie meist hohl sind.

[2] Westman, Miss. scient. p. l. més. d'un arc de mérid. Sect. Suédoise. Météorologie. Stockholm 1906. p. 7.

[3] Arkiv för Kemie etc. 6. No. 7. p. 13. 1916. Stockholm.

kürzte (t = 3—4⁰). Deutliche Unterschiede beider Seiten wurden nicht gefunden.

Dies Resultat spricht natürlich noch nicht gegen Hemimorphie, denn es wäre leicht möglich, daß die stengligen Individuen, aus denen sich das Teicheis aufbaute und die nach den beim Auftauen auf der natürlichen Oberfläche sichtbar gewordenen Individuengrenzen[1] nur $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ cm Durchmesser hatten, nach (0001) symmetrische Zwillinge waren, wie sie Dobrowolski beobachtete. Daran könnte es auch liegen, daß pyroelektrische Versuche, die vor Jahren angestellt wurden, ohne Erfolg waren (allerdings war das dabei benutzbare Temperaturintervall wenig mehr als 5^0).

Verhältnismäßig häufig finden sich in den oben zitierten Aufsätzen Kristalle abgebildet, die aus einer dünnen hexagonalen Säule mit an beiden oder an einem Ende der Achse in Parallelstellung angesetzten größeren, z. T. schneesternähnlichen Tafeln nach (0001) bestanden. Dies weist meines Erachtens auf Wachstum in zwei Perioden unter verschiedenen Bedingungen hin. Verwachsungen, welche auf Zwillingsbildung mit geneigten Achsen deuten, habe ich unter den Abbildungen nur eine bemerkt (bei Bentley, l. c. 30. Fig. 562$\frac{1}{2}$), beide nach (0001) taflige Kristalle haben eine Kante parallel; könnten also nach ($h0\bar{h}l$) verzwillingt sein. Es wird sich empfehlen, auf derartige Verwachsungen zu achten, sie würden, wenn sich ihre Gesetzmäßigkeit bestätigen sollte (sie sind naturgemäß selten photographiert), ein Mittel zur Bestimmung des Achsenverhältnisses geben. Im andern Falle werden wir bei der Seltenheit meßbarer Pyramidenflächen über Achsenverhältnis und Symmetrie wohl erst Genaues erfahren, wenn es gelingt, auch das Eis nach der Methode der Bragg's oder von Debye zu bezwingen.

Zum Schluß möge gegenüber den neuerdings wieder gemachten Versuchen, die orientierte Stellung der Eiskristalle zur Wasseroberfläche durch die Richtung der Wärmeströmungen u. ä. zu erklären, auf einen Versuch von B. Weinberg[2] hingewiesen werden, der die von mir (l. c. p. 226) gegebene Erklärung durchaus bestätigt. Weinberg erhielt durch Unterkühlung von Wasser auf -3^0 und Impfen einzelne bis 12 cm große Eiskristalle, und zwar von der Form der Schneesterne, also taflig nach (0001). „Als ein Stern im Innern des Wassers zerbrach, stiegen die Stücke in horizontaler Lage bis an die Oberfläche des Wassers auf. Durch diesen Umstand erklärt sich die Vertikalität der optischen Achse beim See- und Fluß-Eis."

[1] vergl. N. Jahrb. f. Min. etc. 1895. II. 226.
[2] B. Weinberg, Phys. Zeitschr. 9. 645. 1908.

Die Anwendung der Häufungsmethode auf zweikreisige Kristallmessung.

Von **T. J. Woyno** in Zürich.

Mit 7 Textfiguren.

(Schluß.)

Vereinfachte Formel für ϱ'.

Die genaue Formel für die Berechnung der Koordinate ϱ' ist

$$\sin \varrho' = \sin \varrho_1 \cos \varrho - \cos \varrho_1 \sin \varrho \cos \varphi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Nun darf, solange φ klein ist, d. h. für Punktmengen, welche in der Nähe des Äquators der Messung liegen, $\cos \varphi = 1$ gesetzt werden. Dann folgt:

$$\sin \varrho' \sim \sin \varrho_1 \cos \varrho - \cos \varrho_1 \sin \varrho$$

und

$$\varrho' \sim \varrho_1 - \varrho \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 2\,a)$$

Ist dagegen φ annähernd gleich 90^0, was in der Nähe des Pols der Messung eintritt, so ist $\cos \varphi = 0$ zu setzen, dann ist

$$\sin \varrho' = \sin \varrho_1 \cos \varrho \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2\,b)$$

Von den Formeln (2 a) und (2 b) verdient die erste wegen ihrer Einfachheit besondere Beachtung; die zweite bedarf keiner weiteren Erklärung, weil ihre Berechnung auf die Formel (1) zurückgeführt werden kann.

Die in (2) auftretenden Größen ϱ_1 und ϱ, nämlich die Poldistanzen des neuen Koordinatenanfangs p_1 (Fig. 2) und des Punktes p, können sich zwar beide sehr stark ändern, je nachdem, in welcher Entfernung vom Pol das Häufungsgebiet liegt; ihre Differenz $\varrho_1 - \varrho$ kann jedoch bei kleiner Ausdehnung der Häufungsgebiete, die hier in Frage kommt, niemals groß werden. Also kann der bei der Berechnung dieser Differenz begangene Fehler absolut genommen nicht groß sein. Die Größe φ ändert sich im Gegenteil stark bei derselben relativen Lage des Punktes innerhalb der Punktmenge: sie kann, wie es p. 115 bemerkt wurde, zwischen φ' und 90^0 variieren. Es empfiehlt sich also, bei der Berechnung von ϱ' darauf zu achten, daß $\cos \varphi$ bei wachsendem φ nicht mehr gleich 1 gesetzt werden darf. Dieser Umstand setzt eine Grenze für die Anwendung der vereinfachten Formel (2 a): $\varrho' \sim \varrho_1 - \varrho$[1]. Es hat sich aber als zweckmäßig erwiesen, diese Formel wegen ihrer Einfachheit

[1] Theoretisch ist (2 a) auch für jedes φ richtig, wenn $\varrho_1 = 90°$ ist, also wenn der Anfangspunkt des neuen Koordinatensystems auf dem Äquator der Messung liegt. Dann ist $\sin \varrho' = \cos \varrho$ und $\varrho' = 90° - \varrho$.

stets anzuwenden und nötigenfalls bei größeren Werten φ Korrekturen anzubringen.

Die Korrekturen bekommt man durch den Vergleich der exakten Formel (2) mit der approximativen (2a). Wir haben nämlich

$$\sin \varrho' = \sin \varrho_1 \cos \varrho - \cos \varrho_1 \sin \varrho \cos \varphi \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

und

$$\sin \varrho' - \delta = \sin (\varrho_1 - \varrho) = \sin \varrho_1 \cos \varrho - \cos \varrho_1 \sin \varrho \quad \text{(aus 2a)}$$

Die als Zuwachs des Sinuswertes ausgedrückte Differenz δ wurde in der zweiten Gleichung mit dem Minuszeichen eingesetzt, weil durch Weglassen des Faktors $\cos \varphi$ die rechte Seite der Gleichung (2) verkleinert wird.

Es folgt

$$\delta = \sin \varrho \cos \varrho_1 (1 - \cos \varphi) = 2 \sin \varrho \cos \varrho_1 \sin^2 \frac{\varphi}{2}.$$

Will man statt δ eine in Minuten ausgedrückte Korrektur δ' haben, so kann man, unter der Annahme, daß δ eine Differenz im Bogenmaß bedeutet, $\delta' = 3438\, \delta$ setzen; 3438 ist nämlich die Anzahl Minuten in der Bogeneinheit. Die Formel (2a) mit Korrektur lautet jetzt

$$\varrho' = \varrho_1 - \varrho + \delta' \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (2\text{a}')$$

wo

$$\delta' = 2 . 3438 . \sin \varrho \cos \varrho_1 \sin^2 \frac{\varphi}{2} .$$

δ' kann bequem mit Rechenschieber gerechnet werden, wobei man die trigonometrischen Skalen nach vorne kehrt. Die Zahl 3438 ist als Zeichen ϱ' auf der Zunge eingetragen, freilich nur auf der Seite der arithmetischen Skalen. Man kann sie aber, um das Umkehren der Zunge während der Rechnung zu vermeiden, leicht auf die Seite der trigonometrischen Skalen übertragen, wenn man die Zunge so nach links herauszieht, daß das Zeichen ϱ' genau auf den Strich des Einschnittes auf der Kehrseite eingestellt ist, und dann mit einer scharfen Nadel eine Marke durch die Anfangsstriche 1 — 1 einritzt. Bei richtiger Ausführung dieser Operation kommt die Marke ein klein wenig rechts von $1^0 58'$ der ST-Skala zu liegen.

Die auf dem Rechenschieber vorhandenen trigonometrischen Skalen erlauben den Winkel $\frac{\varphi}{2}$ nur bis zum kleinsten Werte von 34' einzustellen. Ist $\frac{\varphi}{2}$ noch kleiner, dann muß φ nicht als $\sin \frac{\varphi}{2}$, sondern direkt in Minuten ausgedrückt werden; die Formel für δ' erscheint dann in der Gestalt

$$\delta' = \frac{\varphi^2}{2 . 3438} . \sin \varrho \cos \varrho_1 .$$

Bei Anwendung letzterer Formel ist das Umkehren der Zunge zwischen dem arithmetischen und dem trigonometrischen Teil der Rechnung unvermeidlich.

Es hat sich herausgestellt, daß die hier vorgeschlagene vereinfachte Rechnung nach der Formel $\varrho' = \varrho_1 - \varrho + \delta'$, in welcher δ' mit Rechenschieber ermittelt wird, recht genaue Resultate liefert. Als Beispiel möge folgende Tabelle dienen, in welcher Resultate einiger Proberechnungen zusammengestellt wurden. Die ersten drei Kolonnen enthalten die gegebenen Werte φ, ϱ und ϱ_1, die vierte die entsprechenden Resultate der genauen Rechnung nach Formel (2), und zwar mit siebenstelligen Logarithmen (Log. R.). Die fünfte Kolonne enthält die Differenzen $\varrho_1 - \varrho$, wie sie für die Näherungsformel gebildet werden; sie wurden in allen fünf berechneten Fällen gleich 3^0 gesetzt. Schließlich sind in der letzten Kolonne (Korr.) die mit Rechenschieber gerechneten Korrekturen δ' angegeben, welche, zu 3^0 addiert, die Resultate der approximativen Rechnung geben. Wie man sieht, ist die Übereinstimmung zwischen IV und V + VI sehr gut. Die Tabelle zeigt gleichzeitig, wie sich das Azimut φ beim Verschieben der Punktmenge vom Pol zum Äquator ändert; alle fünf Werte φ wurden aus ein und demselben Werte $\varphi' = 3^0$ berechnet.

I	II	III	IV	V	VI
Gegeben			Log. R.	Diff.	Korr.
φ	ϱ	ϱ_1	ϱ'	$\varrho_1 - \varrho$	δ'
90°	3°	6°	5° 59′ 30″	3°	2° 58,9′
25° 25′ 56″	7	10	3 40 3	3	40,0
10 18 42	17	20	3 15 17	3	15,3
6 37 11	27	30	3 9 2	3	9,1
4 59 20	37	40	3 6 1	3	6.2

Was die praktische Anwendung der Näherungsformeln (2a) und (2a′) anbetrifft, so läßt sich für jede gegebene Punktmenge leicht entscheiden, für welche Werte die Korrektur δ' notwendig ist. Man braucht nur unter den gegebenen Resultaten diejenigen mit größtem φ auszusuchen und aus den entsprechenden Werten ϱ, ϱ_1 und φ die Korrekturen δ' mit Rechenschieber zu berechnen. Ist man dabei zu einem Werte von δ' angelangt, der für die verlangte Genauigkeit vernachlässigt werden darf, so können alle übrigen φ' durch bloße Subtraktion $\varrho_1 - \varrho$ gebildet werden (vgl. Punkte No. 11, 12, 4, 24, 19 und 35 in den Tabellen p. 149, 150). Nach diesen Erörterungen stellt sich der Gang der Rechnung bei der Darstellung einer Punktmenge in gleichmäßigen Koordinaten $\varphi' \varrho'$, solange keine weiteren kristallographisch gleichwertigen Punktmengen mit ihr in demselben Bilde vereinigt werden sollen, folgendermaßen dar:

1. Es wird ein bestimmter Punkt $\varphi_1 \varrho_1$ innerhalb der Menge als Anfangspunkt des neuen Koordinatensystems gewählt. Die Werte $\varphi_1 \varrho_1$ können entweder durch bloße Wahl unter den Werten $(\varphi) \varrho$ der Messung oder als arithmetisches Mittel aus allen Azimuten bezw. Poldistanzen erhalten werden.

2. Durch Subtraktion aller Azimute (φ) der Messung von φ_1 erhält man die Werte φ, bezogen auf das Azimut des neuen Anfangspunktes, wie sie in den Formeln (1) und (2) auftreten.

3. Die Abszissen φ' der Punkte werden durch Rechnung nach der genauen Formel

$$\sin \varphi' = \sin \varphi \sin \varrho \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

oder einer von den approximativen

$$\varphi' \sim \varphi \sin \varrho \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1\,a)$$

$$\varphi' \sim \varrho \sin \varphi \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1\,b)$$

erhalten. Für die Wahl der Formel ist die Angabe des Diagramms Fig. 4 maßgebend.

4. Die Ordinate ϱ' wird zunächst nach der vereinfachten Formel

$$\varrho' \sim \varrho_1 - \varrho + \delta' \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2\,a')$$

wo

$$\delta' = 2.3438 . \sin \varrho \cos \varrho_1 \sin^2 \frac{\varphi}{2}$$

oder

$$= \frac{\varphi^2}{2.3438} \sin \varrho \cos \varrho_1$$

für die Punkte mit größten φ berechnet, bis zu einem Werte φ, für welchen δ' praktisch gleich Null wird. Für alle übrigen Punkte gilt dann die Formel

$$\varrho' \sim \varrho_1 - \varrho \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2\,a)$$

Die Punkte können nun in rechtwinkligen gleichmäßigen Koordinaten $\varphi' \varrho'$ z. B. auf Millimeterpapier graphisch dargestellt werden. Das Zusammenfallen von Punkten mit gleichen $\varphi' \varrho'$ kann bis zum gewissen Grade durch mehrfaches Umkreisen derselben Stelle zum Ausdruck gebracht werden. Ist die Häufung an einer bestimmten Stelle zu stark für diese Darstellungsart, so kann man z. B. die zusammenfallenden Punkte in einem besonderen Teilbilde nebeneinander eintragen, wenn man ein Koordinatenfeld in ausreichend große Quadrate teilt und jedem Wertepaar $\varphi' \varrho'$ ein besonderes Quadrat zuweist.

Vereinigung gleichwertiger Punktmengen.

Messungsresultate, welche sich auf ein und dieselbe Kristallform beziehen, müssen, wenn sie voll ausgenützt werden sollen, in einem einzigen Bilde zur Darstellung gelangen. Erst auf diese Weise erhält man eine Grundlage für die Kritik und Auswahl der Resultate. Die Vereinigung der Punktmengen kommt im allgemeinen

Falle durch Verschiebung des ganzen Gebietes auf der Kugeloberfläche, Drehung um die Koordinatenanfangspunkte und Spiegelung in den durch φ'- und ϱ'-Achse gehenden Großkreisebenen zustande; in besonderen Fällen sind nicht alle diese Operationen notwendig. Durch Verschiebung, welche man zweckmäßig in eine Drehung um die Polachse der Messung und eine Schiebung auf einem Meridian zerlegt, werden die Anfangspunkte p_1 und p_2 (vgl. Fig. 6) zur Deckung gebracht; durch Drehung und Spiegelung wird die Übereinstimmung aller gleichwertiger Richtungen innerhalb der Punktmenge erreicht. In Fig. 5 sind diese Operationen schematisch dargestellt. Zwei Punktmengen (1 und 2), deren analoge Orientierung

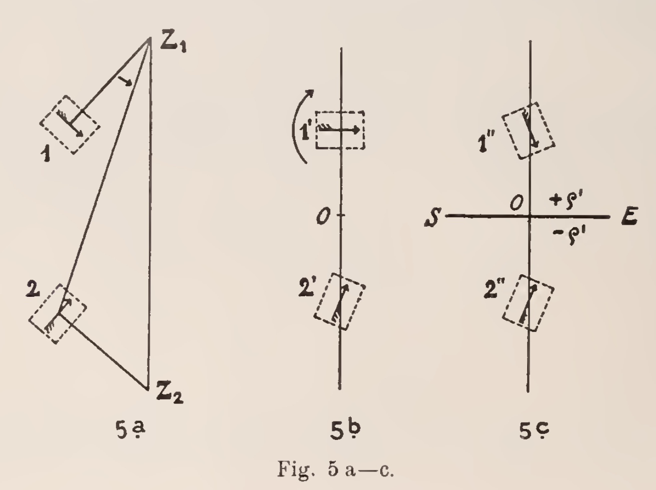


Fig. 5 a—c.

in bezug auf Z_1 und Z_2 durch einseitig befiederte Pfeile angedeutet ist, liegen in Fig. 5 a getrennt auf der Kugel. Z_1 ist die Polachse der Messung. Durch Drehung um den Winkel $1\,Z_1\,2$ werden die beiden Punktmengen auf den gleichen Meridian gebracht (Fig. 5 b). Die darauffolgende Zusammenschiebung auf dem Meridian wurde absichtlich weggelassen; sie würde $1'$ und $2'$ in irgendeinem Punkte 0 zusammenbringen. Man sieht, daß die gegenseitige Orientierung von $1'$ und $2'$ noch falsch ist. In 5 c ist $1''$ durch Drehung um seinen Anfangspunkt in symmetrische Lage zu $2''$ gebracht worden und kann durch Spiegelung in S E zur vollen Deckung mit $2''$ gelangen.

Die praktische Ausführung der Verschiebung, Drehung und Spiegelung stellt sich folgendermaßen dar.

Für die Verschiebung der Punktmengen ist keine besondere Rechenoperation nötig, weil durch Berechnung der Koordinaten $\varphi'\ \varrho'$ die Punktmengen von der Kugel losgetrennt werden und nur noch durch die Richtung von ϱ' den Zusammenhang mit der ursprünglichen

Orientierung behalten. Die erste Teiloperation, nämlich die Drehung um die Achse Z_1 wird durch Berechnung von φ erledigt; die zweite, welche eine Verschiebung längs des Meridians der Messung erfordert, — durch Berechnung von ϱ'. Man kann also, wenn zwei Punktmengen in neuen Koordinaten $\varphi' \varrho'$ dargestellt werden sollen, ihre Anfangspunkte p_1 und p_2 ohne weiteres in denselben Punkt der Projektion legen. Dabei muß aber beachtet werden, daß nur der Anfangspunkt p_1 der ersten Punktmenge mit seinen Koordinaten $\varphi_1 \varrho_1$ mehr oder weniger willkürlich festgesetzt werden darf; die Lage aller anderen Anfangspunkte p_2, p_3 ... p_n ist durch diese erste

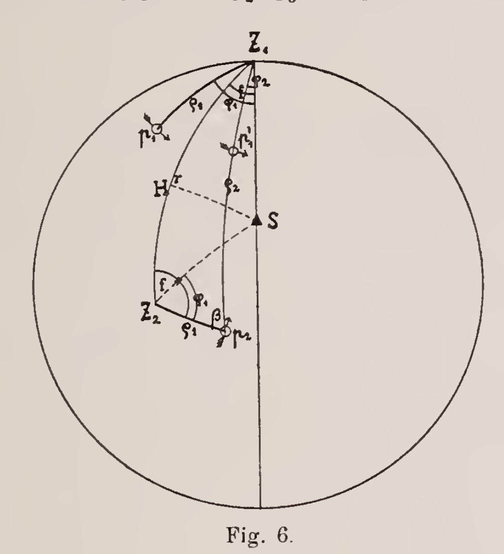


Fig. 6.

Wahl bestimmt und muß auf Grund der kristallographischen Symmetrie ermittelt werden. Zu diesem Zwecke werden, bevor man zur Berechnung der Koordinaten $\varphi' \varrho'$ der Punkte schreitet, vor allem die Positionswinkel $\varphi_1 \varrho_1$ des ersten Anfangspunktes entsprechend den jeweiligen Verhältnissen in die Lage $\varphi_2 \varrho_2$, $\varphi_3 \varrho_3$, ... $\varphi_n \varrho_n$ genau (mit Logarithmen) umgerechnet. Diese Rechnung läßt sich unter gleichzeitiger Bestimmung des für die Operation der Drehung nötigen Drehwinkels folgendermaßen ausführen.

Es sei in Fig. 6 Z_1 die Polachse der Messung, welche durch Drehung um die Symmetrieachse S in die Lage Z_2 gebracht wird [1]. Die Positionswinkel f r von Z_2 können im rechtwinkligen Dreieck Z_1 S H berechnet werden, wenn die Zähligkeit der Symmetrieachse S (Winkel $Z_1 S Z_2$) und ihre Entfernung $Z_1 S$ von der Polachse bekannt sind.

[1] In Fig. 6 ist die Achse S dreizählig.

Ist die Lage von Z_2 bekannt, so können die Koordinaten $\varphi_1\, \varrho_1$ des Anfangspunktes p_1 der ersten Punktmenge in $\varphi_2\, \varrho_2$ des kristallographisch gleichwertigen Punktes p_2 der zweiten Menge umgerechnet werden. Es ist

$$p_1 Z_1 = p_2 Z_2 = \varrho_1 \qquad \text{und} \qquad p_2 Z_1 = \varrho_2$$
$$\sphericalangle\, p_1 Z_1 S = \sphericalangle\, p_2 Z_2 S = \varphi_1 \qquad \sphericalangle\, p_2 Z_1 S = \varphi_2.$$

Nun sind im Dreieck $Z_1 p_2 Z_2$ die Seiten $Z_1 Z_2 = r$, $p_2 Z_2 = \varrho_1$ und der eingeschlossene $\sphericalangle\, Z_1 Z_2 p_2 = f + \varphi_1$ bekannt; daraus können $p_2 Z_1 = \varrho_2$, $\sphericalangle\, p_2 Z_1 Z_2 = f - \varphi_2$ und $\sphericalangle\, Z_1 p_2 Z_2 = \beta$ berechnet werden. Für die Berechnung ist Schema 4 der Physiographie von Rosenbusch-Wülfing (4. Aufl. I, 1. p. 21, 22) zu verwenden.

Aus Fig. 6 ergibt sich unmittelbar, daß β der Winkel ist, um welchen eine von den Punktmengen gedreht werden muß, damit die gleichen Richtungen in beiden Punktmengen übereinstimmen. Nach der Drehung um Z_1 (erste Teiloperation) liegt nämlich p_1 in der Lage p_1'; sein Pfeil steht senkrecht auf dem Meridian $p_2 Z_1$ und muß um den Winkel β gegen den Uhrzeiger gedreht werden, um in die gleiche Lage wie p_2 zu gelangen.

Bei Drehung um den Winkel β ist darauf zu achten, daß der Sinn dieser Drehung davon abhängt, ob wir die Punktmengen auf Pauspapier mit Millimeterpapier als Unterlage eintragen, oder direkt mit Winkel und Zirkel auf das Zeichenpapier. Im ersteren Falle bleibt das Koordinatensystem fest und die bereits eingetragene Punktmenge wird weggedreht; im zweiten ist die Punktmenge unbeweglich und das Koordinatensystem für die neue Punktmenge wird unter passendem Winkel β neu eingezeichnet.

Was schließlich die Operation der Spiegelung anbetrifft, so kann sie darauf beruhen, daß man vor dem Eintragen einer Punktmenge die Vorzeichen von ϱ' oder von φ' ändert. Die Operation $\varrho' / -\varrho'$ entspricht der Spiegelung in einer zum Meridian senkrechten Großkreisebene; die $\varphi' / -\varphi'$ in der Meridianebene. Beim Schema Fig. 5c ist eine Spiegelung $\varrho' / -\varrho'$ dargestellt.

Ist bei Vereinigung der Punktmengen eine Spiegelung nötig, so muß der Drehwinkel entsprechend modifiziert werden, damit die gleichen Richtungen in beiden Punktmengen zunächst in symmetrische Stellung gelangen.

Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß bei allen besprochenen Operationen das Wulff'sche Netz gute Dienste leistet.

Als Beispiel für die vorausgehenden Erörterungen wurden aus der auf p. 107 erwähnten Untersuchung über Zinkblendekristalle von Tiffin 48 Beobachtungen herausgegriffen, welche nach der Poldistanz in zwei Gruppen zu je 24 Flächen zerfallen. Der Gang

Erste Punktmenge.

No.	I ϱ	II (φ)	III (φ) Einheitslage	IV φ	V φ'	VI ϱ'	VII δ'
1	28°52′	45° 8′	45° 8′	— 18	— 8,7	— 7	
2	28 38	44 40	44 40	+ 10	+ 4,8	+ 7	
3	28 47	44 34	44 34	+ 16	+ 7,7	— 2	
4	28 52	45 53	45 53	— 63	— 30,3	— 7	0,24
5	29 13	44 46	44 46	+ 4	+ 19,6	— 28	
6	28 21	45 3	45 3	— 13	— 6.2	+ 24	
7	28 42	74 32	45 28	— 38	— 18,2	+ 3	
8	28 50	74 53	45 7	— 17	— 8,2	— 5	
9	28 23	74 47	45 13	— 23	— 10,9	+ 22	
10	28 23	165 6	45 6	— 16	— 7,6	+ 22	
11	29 4	161 15	41 15	+ 215	+ 104	— 16	2,86
12	28 44	161 21	41 21	+ 209	+ 100	+ 4	2.68
13	28 35	164 52	44 52	— 2	— 1	+ 10	
14	28 17	165 17	45 17	— 27	— 12,9	+ 28	
15	28 36	195 16	44 44	+ 6	+ 2,89	+ 9	
16	28 48	194 54	45 6	— 16	— 7,7	— 3	
17	28 44	195 4	44 56	— 6	— 2,89	+ 1	
18	28 52	285 5	45 5	— 15	— 7,3	— 7	
19	29 9	285 31	45 31	— 41	— 19,9	— 24	0,104
20	28 37	285 25	45 25	— 35	— 16,8	+ 8	
21	28 52	285 9	45 9	— 19	— 9,2	— 7	
22	29 16	285 28	45 28	— 38	— 18,6	— 31	
23	28 38	314 36	45 24	— 34	— 16,3	+ 7	
24	28 47	314 20	45 40	— 50	— 24,0	— 2	0,15

Anfangspunkt: $\begin{cases} \varphi_1 = 44^0 50' \\ \varrho_1 = 28^0 45' \end{cases}$

der Rechnung ist in den Tabellen p. 149/150 dargestellt. Die ersten beiden Kolonnen ϱ und (φ) enthalten die aus der Messung hervorgehenden Positionswinkel; in jeder Gruppe liegen die Flächenpole auf sechs symmetrischen Meridianen bei ungefähr gleicher Poldistanz. Zunächst wurden also alle Azimute auf die Einheitslage reduziert (III. Kolonne), was durch die Subtraktionen $120^0 - (\varphi)$, $(\varphi) - 120^0$, $240^0 - (\varphi)$ usw. geschieht. Dann wurde aus allen Poldistanzen ϱ der ersten Punktmenge das arithmetische Mittel gebildet; als Resultat davon erscheint die Poldistanz $\varrho_1 = 28^0 45'$ des Anfangspunktes des neuen Koordinatensystems; auf dieselbe Weise wird das Azimut $\varphi_1 = 44^0 50'$ aus allen (φ) erhalten.

Zweite Punktmenge.

No.	I $-\varrho$	II (φ)	III (φ) Einheitslage	IV φ	V φ'	VI ϱ'	VII δ'
25	79°38′	28°28′	28°28′	−17	−17	−13	
26	79 59	27 58	27 58	+13	+13	+ 8	
27	79 38	28 16	28 16	− 5	− 5	−13	
28	78 25	28 29	28 29	−18	−18	−86	
29	80 14	27 55	27 55	+16	+16	+23	
30	79 57	91 44	28 16	− 5	− 5	+ 6	
31	79 45	91 16	28 44	−33	−32	− 6	
32	79 46	91 30	28 30	−19	−19	− 5	
33	80 34	91 24	28 36	−25	−25	+43	
34	79 50	91 57	28 3	+ 8	+ 8	− 1	
35	80 31	91 14	28 46	−35	−34	+40	0,035
36	79 50	148 2	28 2	+ 9	+ 9	− 1	
37	79 49	148 11	28 11	± 0	± 0	− 2	
38	79 55	148 11	28 11	± 0	± 0	+ 4	
39	79 46	211 59	28 1	+10	+10	− 5	
40	80 30	211 18	28 42	−31	−30	+39	
41	79 52	211 56	28 4	+ 7	+ 7	+ 1	
42	79 53	268 4	28 4	+ 7	+ 7	+ 2	
43	79 56	268 9	28 9	+ 2	+ 2	+ 5	
44	79 57	268 3	28 3	+ 8	+ 8	+ 6	
45	79 54	268 4	28 4	+ 7	+ 7	+ 3	
46	79 53	331 53	28 7	+ 4	+ 4	+ 2	
47	80 31	331 40	28 20	− 9	− 9	+40	
48	79 59	332 13	28 47	+24	+24	+ 8	

Anfangspunkt (aus $\varphi_1\,\varrho_1$): $\begin{cases}\varphi_2 = 28^0 11' \\ \varrho_2 = -79^0 51'\end{cases}$

Winkel $\beta = 112^0 12'$.

Nun wurden $\varphi_1\,\varrho_1$ auf die Lage $\varphi_2\,\varrho_2$ genau umgerechnet, wovon hier nur das Resultat $\varrho_2 = -79^0\,51'$, $\varphi_2 = 28^0\,11'$ und der Drehwinkel $\beta = 112^0\,12'$ mitgeteilt werden sollen.

Die Subtraktion der Werte (φ) von φ_1 bezw. φ_2 liefert in beiden Gruppen die auf die Meridiane der Anfangspunkte bezogenen Azimute φ (Kolonne IV). Daraus und aus den entsprechenden Werten ϱ wurden, ausnahmslos nach der vereinfachten Formel (1 a): $\varphi' = \varphi \sin \varrho$, die Werte φ' mit Rechenschieber berechnet, und zwar in folgender Gruppierung:



Fig. 7.

Einstellung der Zunge	Flächen
$\varrho = 28^{0}20'$	No. 9, 14; 6, 10.
28 40	„ 7. 12, 13, 15, 17, 20, 23, 24; 2. 3, 16.
29 0	„ 4, 11, 19: 1, 8, 18, 21.
29 20	„ 5, 22; —.

Bei der zweiten Punktmenge wurde nur einmal auf $\varrho = 80^{0}$ eingestellt und mit Glasläufer ermittelt, daß bis zu $\varphi = 28'$ keine Änderung der Werte φ beim Umrechnen in φ' nötig ist; deshalb sind nur für die Flächen No. 31, 35 und 40 neue Werte φ' eingesetzt worden.

Die Berechnung von δ' für die Formel $\varrho' = \varrho_1 - \varrho + \delta'$ wurde nur für die Flächen No. 11, 12, 4, 24, 19 in der ersten und die Fläche No. 35 in der zweiten Gruppe mit den in der Kolonne VII angegebenen Resultaten durchgeführt. Daraus ergaben sich die Korrekturen für die Flächen 11 und 12, bei allen übrigen wurde $\varrho' \backsim \varrho_1 - \varrho$ gesetzt.

Die Punktmenge 1 konnte nun mit ihren Koordinaten $\varphi' \varrho'$ in die Projektion eingetragen werden (Fig. 7). Nach Drehung des Koordinatensystems um 112^{0} gegen den Uhrzeiger wurde die Punktmenge 2 mit ihr vereinigt. Die Zugehörigkeit der einzelnen Punkte zur ersten oder zweiten Punktmenge wurde durch parallel zur Koordinatenrichtung ϱ' gezeichneten Durchmesser der kleinen Kreise bezeichnet.

Künstliche Schiebung im Titanit.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit 1 Textfigur.

I. Künstliche Schiebung im Sphen.

O. Mügge[1] hat es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die in vielen gesteinsbildenden Titanitkristallen annähernd // $\{221\}$ eingelagerten Zwillingslamellen infolge von Schiebung // $\sigma_1 = [1\bar{1}0]$ längs der irrationalen Ebene $K_1 = (1, 1, 0.4108 \ldots)$ entstanden sind und daß die zweite Kreisschnittsebene dieser Deformation // $K_2 = (\bar{1}31)$ liegt[2].

Um diese oder ähnliche Schiebungen künstlich zu bewirken, preßte ich fünf Sphenkristalle. Von vier Binnentaler Zwillingen nach (100) wurde je eines der beiden Individuen durch Abschleifen entfernt, während ein einfacher Kristall aus einer unregelmäßigen Verwachsung mehrerer Sphenindividuen vom St. Gott-

[1] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. 1889. II. p. 98 u. Taf. II.

[2] Diese und alle folgenden Indizes sind auf das Des Cloizeaux'sche Achsenkreuz bezogen.

hard herausgebrochen werden konnte. Die Binnentaler Zwillinge zeigten {100} (oft wie angefressen), {102} (meist durch Vizinalflächen ersetzt), {001}, {$\bar{1}$12}, {111}, {131} (selten) und {$\bar{2}$21} (selten; gestreift // [110]); der Gotthardrer Kristall war von {102}, {100}, {001} und {$\bar{1}$12} begrenzt. Die fünf Präparate waren tafelig // {100}, {001} oder {102} und 1—3 mm dick sowie etwa 5—6 mm breit und lang. Als Einbettungsmittel für die Pressung wählte ich wieder Schwefelpulver, das im Stahl-Hohlzylinder um den Kristall herum festgestampft wurde. Die Tafelebene des Präparates lag stets normal zur Achse des in den Hohlzylinder genau passenden Stahlstempels, so daß der Pressungsdruck $\perp$ {100}, {001} oder {102} gerichtet war; dieser wurde binnen 20—60 Minuten von Null auf 3000—12000 Atmosphären gesteigert und dann sogleich binnen wenigen Minuten auf Null herabgesetzt.

Nach der Pressung zeigten die Flächen (100), (102), ($\bar{1}$12) und (131) je ein System paralleler Streifen, welche überall auf Gleitung längs einer und derselben Stellung K_1 hinwiesen. Da eine Absonderung // K_1 anscheinend nicht auftrat, wurde die Orientierung dieser Ebene aus deren Spuren auf der Kristalloberfläche, also aus jenen Streifen erschlossen. Die Tabelle A enthält die auf vier verschiedenen Kristallflächen (p q r) gemessenen Winkel σ, welche die Spur [K_1, (p q r)] mit je zwei in (p q r) liegenden Kanten [u v w] des Kristalles bildete, sowie die für $K_1 = (1, 1, 0.41083)$ berechneten Werte jener Winkel. Die Übereinstimmung ist befriedigend, da die Flächen (p q r) von vornherein nicht ganz eben und infolge der Pressung z. T. verbogen, z. T. von Sprüngen durchsetzt waren. Sonach bildet K_1 mit (100), (010), (001) und ($\bar{1}$31) der Reihe nach die Außenwinkel 31° 39′, 61° 47′, 51° 43′ und 73° 21′.

Ist K_1 die Gleitfläche einer Schiebung // $\sigma_1 = [110]$ mit $K_2 = (\bar{1}31)$, so geht jede Kristallfläche (p q r) in eine Fläche $(\underline{p'q'r'})$ über und es ist

$$(1) \quad \underline{p'} : \underline{q'} : \underline{r'} = -(p + q) : -(3p - q) : -(p - q + 2r),$$

wobei das Achsenkreuz eine halbe Umdrehung um $\sigma_1 = [1\bar{1}0]$ erfährt. Tabelle B enthält die hiernach berechneten Winkel $\widehat{K_1 (pqr)} = \varphi$ und $\widehat{K_1 (\underline{p'q'r'})} = \varphi'$ sowie die gemessenen Neigungswinkel $(\varphi - \varphi')$ zwischen (p q r) und $(\underline{p'q'r'})$. Die Übereinstimmung ist ausreichend; die Lamellenoberflächen $(\underline{p'q'r'})$ lieferten z. T. Spiegelreflexe, z. T. nur Schimmerreflexe.

Die in der Gleitfläche K_1 entworfene stereographische Projektion der Flächen (p q r) und $(\underline{p'q'r'})$ nebst K_2 und σ_1 (siehe Textfigur) erscheint zweckmäßig zur Veranschaulichung und Kontrolle der Neigungswinkel $\widehat{(pqr)(\underline{p'q'r'})} = (\varphi - \varphi')$ und ihres Vorzeichens. Nachdem man die Pole der Flächen (p q r) eingetragen

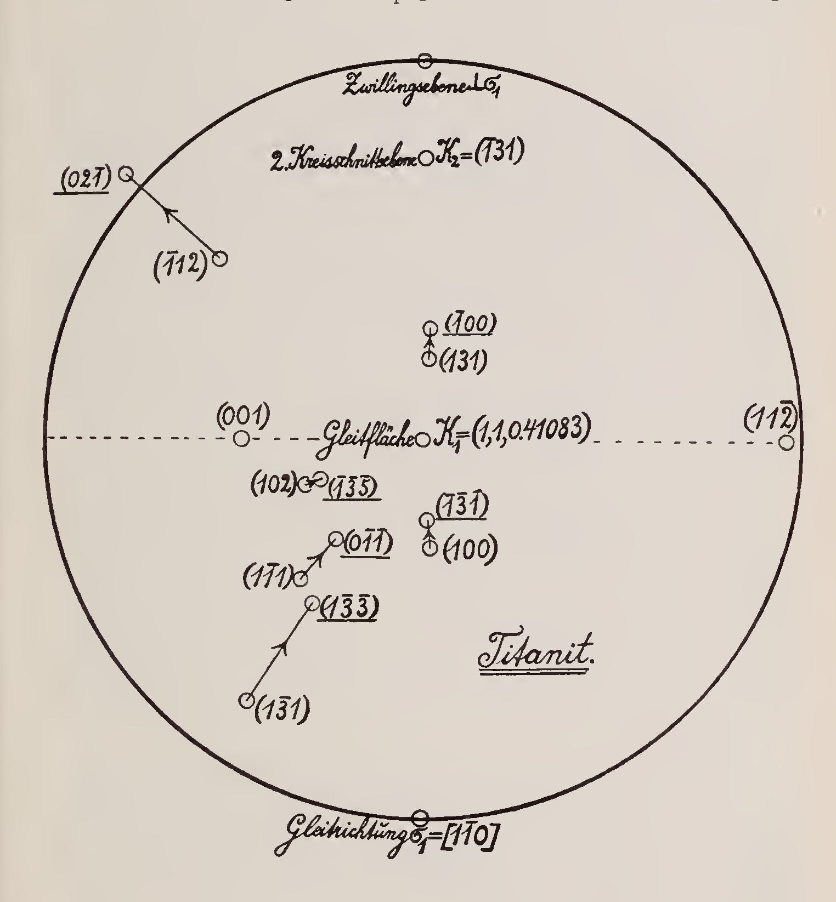
Tabelle A.

(p q r)	[u v w]	$\sphericalangle$ [(1, 1, 0.41083), (p q r)] : [u v w] = $\sphericalangle\sigma$, gemessen					$\sphericalangle\sigma$, berechnet
		Kristall I	Kristall II	Kristall III	Kristall IV	Kristall V	
(100)	[(100), (11$\bar{2}$)]	38° 22′ ± 30′	39° 7′ ± 10′	—	—	—	41° 10′
	[(100), (102)]	65° 10′ ± 35′	65° 5′ ± 20′	—	—	—	64° 18′
(102)	[(102), (100)]	—	—	51° 59′ ± 4′	53° 21′ ± 3′	—	52° 30½′
	[(102), (111)]	—	—	—	13° 4′ ± 1° 6′	8° 54′ ± 30′	11° 41½′
($\bar{1}$12)	[($\bar{1}$12), (1$\bar{1}$2)]	66° 30′ ± 30′	66° 20′ ± 20′	68° 1′ ± 14′	70° 45′ ± 6′	66° 5′ ± 25′	66° 42½′
	[($\bar{1}$12), (100)]	23° 57′ ± 15′	20° 0′ ± 18′	23° 50′ ± 13′	—	24° 13′ ± 7′	25° 9½′
(131)	[(131), (111)]	24° 30′ ± 30′	26° 7′ ± 20′	—	—	—	29° 5′
	[(131), (11$\bar{2}$)]	82° 42′ ± 42′	—	—	—	—	86° 52′

Tabelle B.

(p q r)	(p′q′r′)	$\sphericalangle K_1$: (p q r) = $\sphericalangle\varphi$, berechnet	$\sphericalangle K_1$: (p′q′r′) = $\sphericalangle\varphi'$, berechnet	$\sphericalangle(\varphi-\varphi')$, berechnet	$\sphericalangle(\varphi-\varphi')$, gemessen				
					Kristall I	Kristall II	Kristall III	Kristall IV	Kristall V
(100)	($\bar{1}\bar{3}\bar{1}$)	31° 39′	24° 15½′	+ 7° 23½′	+ 7° 34′ ± 31′	+ 8° 14′ ± 22′	+ 7° 15′ ± 2′	—	—
(102)	($\bar{1}\bar{3}\bar{5}$)	36° 35′	32° 36′	+ 3° 59′	—	—	+ 3° 16½′ ± 29½′	+ 4° 23′ ± 18½′	+ 2° 40′ ± 17′
($\bar{1}$12)	(02$\bar{1}$)	70° 41½′	92° 38′	− 21° 56½′	− 21° 55½′ ± 2′	− 21° 58½′ ± 4½′	− 21° 33¾′ ± 39¼′	—	− 21° 5′ ± 7′
(131)	($\bar{1}$00)	24° 15½′	31° 39′	− 7° 23½′	− 6° 22′ ± 2′	− 7° 32′ ± 14′	—	—	—

hat, fixiert man die den Symbolen (p' q' r') entsprechenden Pole so, als gehörten sie nicht den Zwillingslamellen, sondern dem primären Individuum an (diese Ausgangspositionen der (p' q' r') sind in der Textfigur nicht dargestellt); hierauf werden die Pole (p' q' r') um 180^0 um die Zwillingsachse σ_1 gedreht und somit den Zwillings-



lamellen zugeordnet (siehe Figur). Jeder Pfeil der Figur verbindet eine Fläche (p q r) mit der durch die Schiebung aus ihr hervorgegangenen Lamellenoberfläche (p' q' r'), wobei (p q r), (p' q' r') und K_1 stets auf einem und demselben Radius des Grundkreises, weil in einer und derselben Zone liegen. Die Pole der zu σ_1 parallelen Flächen, wie (001) und (112̄), liegen auf dem in der Figur rechts — links verlaufenden Durchmesser des Grundkreises; infolge der Schiebung wandern alle oberhalb jenes Durchmessers befind-

lichen Flächenpole von dem Pole der Gleitfläche K_1 fort, alle Pole des unteren Halbkreises aber nach K_1 hin.

Auch die Achsen des Deformationsellipsoides $a = 1{,}343$, $b = 1$ und $c = 0{,}745$, sowie die Größe der Schiebung $s = a - c = 0{,}598$ lassen sich leicht aus obiger Projektion entnehmen, da $a = \operatorname{ctg} \psi$, $c = \operatorname{tg} \psi$ und $s = 2 \operatorname{ctg} 2 \psi$ ist, wo $2 \psi = \widehat{K_1 K_2}$.

II. Druck und Volumen beim Schiebungsvorgang.

Da Titanit bereits bei Pressungsdrucken von 3000 Atmosphären die nachgewiesene Schiebung einzugehen vermag, die Sphene der alpinen Klüfte aber keine Zwillingslamellen aufweisen, so scheinen sie niemals derartigen Pressungen ausgesetzt, d. h. die Klüfte seit der Sphenbildung nie durch vorübergehende Ausfüllung geschlossen gewesen zu sein. Jedoch zeigt das eigentümliche Verhalten des Rutils[1], daß das Eintreten gewisser Schiebungen nicht nur ein bestimmtes Minimum des Pressungsdruckes erfordert, sondern auch vom hydrostatischen Drucke abhängt, der bei unserer bisherigen Versuchsanordnung im Gegensatz zum Pressungsdruck nicht gemessen werden konnte. Diese Abhängigkeit leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß der Schiebungsvorgang höchstwahrscheinlich von einer vorübergehenden Volumänderung des Kristalles begleitet ist. Die in der „Ebene der Schiebung", S, auftretende Verzerrung muß offenbar die Atomanziehung in Richtung $\perp$ S beeinflussen, so daß während der Deformation in drei zueinander senkrechten Richtungen entweder zwei Kontraktionen und eine Dilatation oder zwei Dilatationen und eine Kontraktion auftreten; die hiermit verbundene Volumänderung erreicht in einem gewissen Stadium der Schiebung ein Maximum, nimmt dann ab und wird am Schluß des Vorganges Null, weil dann die Atomanordnung in S wieder die ursprüngliche ist.

Das Vorzeichen dieser Volumänderung ist zunächst unbekannt und möglicherweise bei verschiedenen Schiebungen entgegengesetzt. Dann können in der Natur die verschiedenen Tiefenzonen der kristallinen Schiefer sowie Streßgebiete und Zerrungsbereiche teils für diese, teils für jene sekundäre Zwillingsbildung günstige Bedingungen dargeboten haben; hierbei mochten auch die Temperaturen eine besondere Rolle spielen.

Nach diesen Gesichtspunkten werden wir künftig unsere Experimente über mechanische Zwillingsbildung einrichten und die natürlichen Vorkommen vergleichen.

---

[1] A. Grühn und A. Johnsen, dies. Centralbl. p. 366. 1917.

Über Vorkommen und Herkunft des Schwerspates am heutigen Meeresboden.

Von **K. Andrée** zu Königsberg i. Pr.

Schwerspat gehört bekanntlich zu den gewöhnlicheren Mineralien der Sedimentgesteine, und zwar sowohl kontinentaler, wie auch mariner Bildungen. Dabei ist sein Vorkommen von bedeutender Mannigfaltigkeit, indem einerseits sich in manchen Tonen und Kalksteinen kleine Kriställchen in diffuser Verteilung, in gewissen Tonen aber auch größere Konkretionen des Minerales finden, während anderseits das häufige Auftreten von Kristallen auf Septariensprüngen von Kalk-, Toneisenstein- oder Phosphoritkonkretionen zu nennen wäre; endlich ist Schwerspat auch als echtes Versteinerungsmittel oder in der Form von Fossilsteinkernen keine Seltenheit. Obwohl nun bei der Häufigkeit des Baryums in Quellwässern ein gewisser Prozentsatz dieser Vorkommnisse sekundär entstanden, epigenetisch sein mag, sprechen die Umstände doch in der Mehrzahl der genannten Fälle, wie sie wohl mehr oder weniger jedem Geologen in einer größeren Zahl von Beispielen bekannt sind, insbesondere soweit Gesteine mariner Entstehung in Frage kommen, für syngenetische Bildung, wenn auch die Substanz mehr oder minder während der Diagenese und infolge von Diffusionsvorgängen gewisse Umlagerungen erfahren haben mag. In vielen von den genannten Fällen ist der Baryt mit Schwermetallsulfiden, insbesondere mit Pyrit, verknüpft.

Bei dieser Sachlage ist es äußerst auffallend, wie selten bisher der Schwerspat als Neubildung am Meeresboden angetroffen worden ist; denn bis vor kurzem war nur ein derartiges Vorkommen bekannt. Neuere Untersuchungen haben jetzt zur Auffindung eines zweiten geführt, und es verlohnt sich daher, diese seltenen Funde näher ins Auge zu fassen und ihre Herkunft zu diskutieren.

Schon im Jahre 1887 hat E. J. Jones Schwerspatknollen beschrieben, welche der „Investigator“ in ca. 1235 m Tiefe vor Colombo auf Ceylon gedredscht hatte. Dieselben stammten angeblich aus Sand und Schlamm, welche z. T. zu harten kalkigen Krusten verfestigt waren. Die Gestalt der Knollen war kugelig bis zylindrisch, an den Enden abgerundet; die größte Länge betrug ca. 10 cm. An der Oberfläche zeigten sie schmutziggrüne, auf dem frischen Bruch aber dunklere Farbe. Ihre Substanz erwies sich unter dem Polarisationsmikroskop als ein Aggregat von Sphärolithen [1] (mit

[1] Ob und inwieweit hier etwa die eigenartigen Schwerspatpisolithe, welche aus konzentrischem und radialstrahligem Schwerspat um in dasselbe Mineral verwandelte Bruchstücke von Korallen bestanden und von H. Wuestner aus Miocän von Texas beschrieben wurden, zu vergleichen wären, könnte nur der direkte Augenschein lehren.

schwarzem Kreuz); sie umschloß eine Anzahl von Foraminiferen, insbesondere Globigerinen, und von Radiolarien. Eine eingeschlossene, nicht näher untersuchte grüne Substanz war vielleicht Glaukonit. Das hohe spez. Gewicht der Knollen von 3,77 entsprach dem Gehalt an $BaSO_4$, der mindestens 75 % betragen haben dürfte. Daneben wurden wenig Ca- und Sr-Sulfat, Ca- und Mg-Phosphat, Al-Silikat, $CaCO_3$, sowie Spuren von Fe, Na, Mn nachgewiesen. Eine gewiß zu hohe Berechnung der gesamten gefundenen H_2SO_4 auf $BaSO_4$ würde 82,5 % dieser Substanz ergeben. Es ist sehr zu bedauern, daß weder eine genaue Feststellung der Position und der Art des umgebenden Sedimentes, noch eine genaue quantitative Analyse dieser interessanten Bildung vorliegt, da nur dann vielleicht weitere Schlüsse möglich gewesen wären.

Besser sind wir durch die unlängst durch O. B. Böggild erfolgte Beschreibung über den zweiten Fund unterrichtet, den wir der holländischen Expedition auf der „Siboga" in das Austral-asiatische Mittelmeer verdanken. Der Fundort der Knollen liegt in 304 m Tiefe im Blauschlick der „Siboga"-Station 253, unter 5° 48,2′ S, 132° 13′ O zwischen den Kei-Inseln im Südwesten von Neu-Guinea. Die Knollen, welche im „Siboga"-Werk auch abgebildet werden, sind flachgedrückt oder ganz unregelmäßig geformt und haben einen größten Durchmesser von ca. 6 cm. Ihre Oberfläche ist recht glatt. Die Farbe ist gelbgrau. Das Innere der Knollen ist bei feinkörniger Struktur entweder ganz kompakt, bisweilen aber auch lockerer und porös. Es wird von Spalten durchzogen, welche in einigen Fällen mit kleinen glänzenden Schwerspatkristallen, im übrigen aber mit einer ganz dünnen schwarzen oder braunen (Mn-?) Kruste überzogen sind. Eine quantitative Analyse der reinsten und kompaktesten Substanz ergab Niels Bjerrum folgende Resultate:

BaO	53,85
SO_3	28,56
SiO_2	6,42
Al_2O_3	2,32
Fe_2O_3	1,67
CaO	2,01
MgO	0,42
Glühverlust	2,94
Summe	98,19

Kalk und Magnesia sind wohl gänzlich als Carbonate (z. T. in Form eingeschlossener Foraminiferen!) vorhanden; ferner deutet die Analyse auf Beimengung von Kaolin, Brauneisenerz, freiem Kieselsäureanhydrid oder Kieselsäurehydrat hin.

Daß die Schwerspatknollen beider Fundorte wirkliche Neubildungen am Meeresboden darstellen und nicht etwa als solche

vom Lande her eingeschwemmt wurden, geht wohl zur Genüge daraus hervor, daß sie Globigerinen und Radiolarien, bezw. nur die ersteren umschlossen. Aber ob ihre Bildung auf anorganischem Wege oder unter Vermittlung von Organismen vor sich ging, muß vorderhand noch unentschieden bleiben. Schon im Jahre 1910 hatte J. Samojloff aus gewissen faziellen Eigenheiten einiger fossiler Vorkommnisse in Rußland auf die letztere Art der Entstehung geschlossen, ohne damals jedoch in der Lage zu sein, bestimmte Organismen hierfür namhaft zu machen. Wir werden auf diese Anschauung zurückkommen.

Außer in eigentlichen Schwerspatknollen ist Baryum auch noch in anderer Form am Meeresboden bekannt, und zwar im Roten Tiefseeton und in den Manganknollen, welche in diesem und in anderen eupelagischen Ablagerungen auftreten. Das Vorkommen des Elementes im ersteren ist durch F. W. Clarke nachgewiesen worden. Dieser hat, besonders um die Verbreitung der selteneren Elemente in Tiefseesedimenten festzustellen, eine Analyse von „Durchschnittston" ausgeführt, den er aus 51 von J. Murray erhaltenen Proben aus den verschiedensten Teilen des Weltmeeres gemischt hatte. Die hierdurch erhaltene reichliche Menge erlaubte die Bestimmung von tausendstel Prozent. Die für die entsalzte Probe gefundenen Zahlen, auf 100,00 umgerechnet, waren folgende:

SiO_2	54,48
TiO_2	0,98
Al_2O_3	15,94
Cr_2O_3	0,012
Fe_2O_3	8,66
FeO	0,84
$NiO + CoO$	0.039
MnO_2	1,21
MgO	3,31
CaO	1,96
SrO	0,056
BaO	0,20
Na_2O	2,05
K_2O	2,85
V_2O_3	0,035
As_2O_3	0,001
MoO_3	Spuren
P_2O_5	0,30
CuO	0,024
PbO	0,008
ZnO	0,005
H_2O	7,04
Summe	100,00

Das Vorkommen des Baryums in den Manganknollen wurde schon von GÜMBEL, welcher eine Knolle der „Challenger"-Ausbeute durch A. SCHWAGER analysieren ließ, festgestellt, allerdings nur zu 0,009 %. Auch in Analysen des „Challenger"-Werkes kehrt es wieder. So hat J. GIBSON durch Analyse kleiner Manganknollen von der „Challenger"-Station 285 in 32° 36′ S, 137° 43′ W aus 4343 m Tiefe folgende Zahlen gefunden:

H_2O	29,65
Li_2O	Spuren
Na_2O	1,81
K_2O	0,25
$(NH_4)_2O$	0,02
MgO	2,34
CaO	2,31
SrO	0,02
BaO	0,12
MnO	21,46
CoO	0,28
NiO	0,98
ZnO	0,10
Tl_2O	0,03
Fe_2O_3	14,33
Al_2O_3	5,49
CuO	0,37
PbO	0,05
MoO_3	0,10
SO_3	0,83
Te	Spuren
$Cl_2 - O$	0,74
F	Spuren
P_2O_5	0,13
V_2O_5	0,07
CO_2	0,29
SiO_2	13,38
TiO_2	0,13
O	4,71
Summe	99,99

Sowohl im Roten Tiefseeton, wie in den Manganknollen ist das Baryum mit dem Strontium vergesellschaftet, übertrifft dieses aber, wie es auch sonst die Regel ist, um das Mehrfache. Von besonderem Interesse aber ist auch das gleichzeitige Vorhandensein mit dem Mangan. Das Zusammenvorkommen dieser beiden Elemente, entweder in der Form des baryumhaltigen Psilomelans oder in der paragenetischen Verknüpfung von Baryt mit Erz, ist ja eine den

Lagerstättenforschern seit langer Zeit bekannte Tatsache, die also auch am Tiefseeboden verwirklicht ist[1].

Mit diesen wenigen Angaben sind die mir bisher bekannt gewordenen Tatsachen über das Vorkommen von Schwerspat, bezw. von Baryum in modernen Meeressedimenten erschöpft. Doch bin ich keineswegs sicher, daß es damit auch in Zukunft sein Bewenden haben wird. Denn in den seltensten Fällen scheint überhaupt besonders auf Baryum gefahndet worden zu sein, so daß geringe Mengen leicht übersehen werden konnten. Es dürfte daher vorderhand keinen Zweck haben, aus der scheinbaren Beschränkung des Baryums auf bestimmte Tiefenzonen irgendwelche Schlüsse zu ziehen.

Baryum ist schon von Forchhammer in geringen Mengen direkt im Meerwasser und im Kesselstein der Dampfer nachgewiesen worden. Aus dem Meerwasser sollten es reichlicher gewisse Meeresalgen, wie *Fucus vesiculosus*, der bekannte Blasentang, aufnehmen, geringe Mengen des Elementes aber auch in tierischen Kalkabsonderungen, Korallen und Schalen (von ?) vorkommen. Das waren bis vor etwa einem Jahrzehnt die einzigsten, wenig bestimmt lautenden Angaben über Verwendung von Baryum in Organismen, bis dann in neuerer Zeit Franz Eilhard Schulze den Nachweis erbrachte, daß die von ihm in einer neuen Protozoengruppe zusammengefaßten Xenophyophoren kleinste Körnchen von schwefelsaurem Baryum in sich enthalten. Die Xenophyophoren[2] haben kugelige, scheibenförmige, baumförmig verästelte, auch blattförmige Gestalten und erreichen nur wenige Zentimeter Größe. Sie bestehen aus baumartig verästelten oder netzartig verbundenen Strängen, welche von zarten organischen Skelettröhren dicht umhüllt und mit diesen in einem lockeren Gerüst von verkitteten Fremdkörpern (insbesondere Spongiennadeln, Radiolarien und Foraminiferen — Häckel nannte sie „Xenophya") befestigt sind. Diese eigenartigen Organismen, welche schon seit der „Challenger"-Expedition bekannt waren und zuerst von Häckel zu den Hornspongien, von einem anderen Bearbeiter später teilweise zu den agglutinierenden Foraminiferen gestellt wurden, enthalten in hirschgeweihähnlich verästelten, weißgelblichen Strängen, den „Granellaren", kleine, stark lichtbrechende Körnchen, die sogenannten Granellen, welche in der Hauptsache aus Baryumsulfat bestehen. Diese Granellen „sind sehr kleine,

[1] Hier mag auch auf die von Fr. Katzer beschriebenen Barytpsilomelane hingewiesen sein, welche an mesozoische Radiolarite Bosniens geknüpft sind. Das ist eine Übereinstimmung mehr zwischen diesen fossilen Kieselgesteinen und den rezenten eupelagischen Sedimenten! (Vergl. die Analyse jener Erze bei Katzer oder in dem Referate in Neues Jahrb. f. Min. etc. 1909. II. -404/5-.)

[2] Wenn eine gelegentliche Bemerkung O. Jaekel's etwas Richtiges treffen würde, wären diese merkwürdigen Tierformen auch für die Deutung des immer noch problematischen Rhizocorallium von Wichtigkeit.

scharf und glatt begrenzte, stark und gleichmäßig lichtbrechende und daher glänzende, völlig farblose und ganz durchsichtige rundliche Körper von meist länglich ovaler oder spindelförmiger Gestalt, welche auch nicht selten an abgerundete rhombische Kristalle erinnern". SCHULZE war die kristallinische Struktur nicht bei allen Formen ganz sicher, da nur schwache Spuren von Polarisation des Lichtes zu erkennen waren, die möglicherweise, wie bei den Nadeln der Kieselspongien, auf eine geringe Grundlage oder Hülle von organischer Substanz zu beziehen ist. Die Größe der Granellen schwankt zwischen 1 und 25 μ. Am häufigsten treten ovale Körnchen von ca. 2 μ Länge und 1 μ Breite auf, doch kommen auch annähernd kugelige, stäbchenförmige und unregelmäßig knollige Formen vor. Die größeren Granellen stellen nach SCHEPOTIEFF's späteren Untersuchungen hexagonal aussehende Plättchen oder rhombische Kristalle dar, gewöhnlich Bipyramiden oder rhombische Tafeln. Manchmal kommen auch dünne polygonale Platten vor, die allen Merkmalen nach den anderen Granellen gleich sind. Die von FRANZ EILHARD SCHULZE ausgeführten, vorläufigen chemischen Untersuchungen dieser Granellen sind von dem Chemiker HANS THIERFELDER kontrolliert und weitergeführt worden, und wir müssen hiernach in der Tat annehmen, daß die Granellen in der Hauptsache aus Baryumsulfat bestehen, dem nur in geringer Menge Calciumsulfat beigemengt ist. Wenn dieses auffällige Ergebnis — wie es auch schon von J. V. SAMOJLOFF in einigen russisch geschriebenen Abhandlungen, die ich daher nur nach dem deutschen Referat kenne, geschehen ist — im vorliegenden Zusammenhange angeführt wird, so soll damit nicht gleich gesagt werden, daß Xenophyophoren die Vermittler waren, welche dem Meerwasser Baryumgehalt entzogen und in der Form von Baryumsulfat ausschieden, das dann später Schwerspatknollen bildete; denn auch die Konzentration dieser feinverteilten Schwerspatmaterie zu größeren Knollen dürfte bei der Schwerlöslichkeit dieser Substanz noch auf (zwar wohl nicht unüberwindbare) Schwierigkeiten stoßen. Immerhin wird es jetzt unsere Aufgabe, zu untersuchen, ob die Verbreitung dieser Tierformen einen Zusammenhang überhaupt zuläßt. Xenophyophoren sind bereits in allen drei Ozeanen gefunden worden. Mit Ausnahme eines Vorkommens (bei Neuschottland in 43° n. Br.) liegen sämtliche bisher bekannten Fundstellen zwischen 40° n. und 40° s. Br.; dabei wird aber offenbar die Gegend des Äquators besonders bevorzugt (in dessen Nähe ja auch beide Fundorte von Schwerspatknollen gelegen sind); insbesondere fehlen auch die Formen nicht unter der „Siboga"-Ausbeute aus dem Australasiatischen Mittelmeer. Was weiterhin die Tiefe, in denen die Formen leben, anbetrifft, so schien dieselbe nach der ersten zusammenfassenden Arbeit von FRANZ EILHARD SCHULZE allerdings durchweg recht bedeutend zu sein; doch hat jede spätere Arbeit

dieses Autors Fundstellen in geringeren Tiefen festgestellt, und schließlich ist es gar SCHEPOTIEFF gelungen, Xenophyophoren auf Korallenriffen der Palkstraße zwischen 1 und 5 m Tiefe zu erbeuten. Wenn man daher zunächst berechtigt war, dieselben für exquisite Tiefseeformen zu halten, so ist das heute nicht mehr angängig, und somit bildet die Art der Verbreitung kein Hindernis für einen tatsächlichen Zusammenhang. Aber alles, was darüber hinausgeht, ist lediglich Vermutung! Wenn wir berücksichtigen, welches eigenartige Wahlvermögen gewisse Tiere für bestimmte Stoffe bekunden[1], ohne daß die Art der Aufnahme dieser Stoffe aus dem umgebenden Medium bisher in jedem Falle einwandfrei und einleuchtend aufgeklärt wäre, so besteht, wenn überhaupt Organismen als Vermittler der Baryumanreicherung in Frage kommen, durchaus die Möglichkeit, daß auch noch andere Organismen Baryumverbindungen in ihrem Körper anreichern; denn wegen der winzigen Größe, die solche Ausscheidungen haben können, kann eine solche Tatsache jahrzehntelang verborgen bleiben, wie es auch bei den Xenophyophoren der Fall war. Immerhin wird es zweckmäßig sein, die hier von diesen beschriebenen Verhältnisse vorläufig im Auge zu behalten, wenn über die Entstehung von Schwerspat am Meeresboden gesprochen wird.

Denn auch die anorganische Entstehung unseres Minerales ist vorläufig nicht leicht einwandfrei zu erklären. BR. DOSS wollte in einem Referate über eine der SAMOJLOFF'schen Arbeiten die von diesem beschriebenen fossilen Barytknollen als Gebilde ansprechen, die unter gewissen Verhältnissen als Nebenprodukte bei der Lebenstätigkeit von Schwefelbakterien entstanden seien, und nahm Fällung von $BaSO_4$ aus vom Festland zugeführter $Ba(HCO_3)_2$-Lösung durch die von genannten Bakterien gelieferte Schwefelsäure, sowie nachträgliche Konzentration des ursprünglich vielleicht kolloiden Niederschlags zu Knollen an. Ein ähnlicher Zusammenhang wird allerdings nahegelegt, wenn man das häufige Zusammenvorkommen von Baryt und Pyrit, das schon oben erwähnt wurde, in Rechnung zieht. Aber die Schwierigkeit der Erklärung liegt nicht in der Deutung des allgegenwärtigen Schwefelgehaltes, sondern in der Erklärung der Herkunft eben des Baryums, und da scheint es mir doch nicht angängig zu sein, dasselbe vom Festlande abzuleiten, solange nicht die Möglichkeit der Förderung aus dem Untergrund des Meeresbodens selbst, durch Quellwässer, welche dort entspringen,

[1] Ich denke da besonders an die Acantharien, welche Strontiumsulfat in ihren Skeletten anreichern, und an manche Ascidien, in deren Blut relativ nicht unbeträchtliche Mengen von Vanadium gefunden werden, ohne daß man nun gleich berechtigt wäre, jeden Cölestingehalt in Sedimenten Acantharien oder den Vanadiumgehalt mancher Eisenerze Ascidien zuzuschreiben.

ausgeschlossen ist. Daß submarine Quellen selbst in Hunderten von Metern Tiefe am Meeresboden entspringen können, läßt sich mehrfach erweisen, wie Verf. gelegentlich an anderer Stelle auszuführen gedenkt; und diese Annahme hat, wenn nicht das Vorkommen irgendwelcher Organismen die lokale Beschränktheit der Knollen bedingt, den Vorzug, daß sie eine große Schwierigkeit bei der Doss'schen Erklärung umgeht. Eine solche muß nämlich in der diffusen Verteilung eines vom Festlande zugeführten Baryumgehaltes liegen, dessen Absatz an lokal ganz beschränkten Stellen des Meeresbodens ganz unverständlich wäre. Im Gegenteil sollte man, wenn die Annahme von Doss richtig wäre, das Auftreten von Schwerspat am Meeresboden viel häufiger erwarten, als solches bisher bekannt geworden ist. Was aber die Lieferung des Säureanteils im Baryt betrifft, so könnte derselbe ebensogut wie aus der Lebenstätigkeit von Schwefelbakterien, deren Wirken an den betreffenden Örtlichkeiten erst noch zu erweisen wäre — der Fundort der „Siboga"-Knollen liegt zwar in Blauschlicken, welche in der Nachbarschaft größere Ausscheidungen von Schwefelkies enthalten! —, aus dem Gipsgehalt des Meerwassers entnommen sein oder schließlich auf die Oxydation von Schwefelkies zurückgeführt werden. Aber welche Bedingung in der Natur verwirklicht ist, könnten nur eingehende Untersuchungen an den betreffenden Fundstellen ergeben.

So bleiben die Schwerspatknollen am Meeresboden, wenn wir ihrer lokalen Beschränktheit die doch immerhin weite Verbreitung des Baryums in den Gesteinen und im Meerwasser gegenüberstellen, doch ein gutes Beispiel für den Mangel an leichter Beweglichkeit, welcher diesem Element zukommt und schon nach der Anschauung von Th. Simmler in direktem Zusammenhange steht mit dem allgemeinen Vorkommen der Schwefelsäure und der ungemeinen Schwerlöslichkeit eben des Baryumsulfates.

Benutzte Literatur.

O. B. Böggild: Meeresgrundproben der Siboga-Expedition. Siboga-Expeditie. **65**. Leiden 1916.

F. W. Clarke: The composition of the red clay. Journ. of Geology. **15**. 1907. p. 783—789.

— The data of geochemistry. U. St. Geol. Surv. Bull. 616. 1916.

L. Collot: Diffusion du barium et du strontium dans les terrains sédimentaires; épigénies; druses d'apparence organiques. Compt. rend. Ac. Sc. Paris. **141**. 1905. p. 832—834.

R. Delkeskamp: Die weite Verbreitung des Baryums in Gesteinen und Mineralquellen und die sich hieraus ergebenden Beweismittel für die Anwendbarkeit der Lateralsekretions- und Thermaltheorie auf die Genesis der Schwerspathgänge. Zeitschr. f. prakt. Geol. **10**. 1902. p. 117—126.

G. FORCHHAMMER: Om Sövandets Bestanddele og deres Fordeling i Havet. Universitätsprogramm, Kopenhagen 1859. p. 14.

— On the composition of sea-water in the different parts of the ocean. Phil. Transact. 155. London 1865. p. 213.

C. W. GÜMBEL: Die am Grunde des Meeres vorkommenden Manganknollen. Sitz.-Ber. k. bayer. Ak. Wiss. Math.-phys. Kl. 1878. 2. p. 189—209.

E. J. JONES: On some nodular stones obtained by trawling off Colombo in 675 fathoms of water. Journ. of the Asiatic Soc. of Bengal. 56. Calcutta 1887. p. 209—212. Taf. II.

— Examination of nodular stones obtained by trawling off Colombo. Records of the Geol. Survey of India. 1888. 21. p. 35—37.

FR. KATZER: Die geologischen Verhältnisse des Manganerzgebietes von Čevljanovič in Bosnien. Berg- u. hüttenmännisches Jahrb. d. k. k. montanistischen Hochschulen zu Leoben und Příbram. 54. Wien 1906. 3. Heft.

J. MURRAY and A. F. RENARD: Deep-sea deposits. In: Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. „Challenger“ during the years 1873—1876. London 1891.

J. V. SAMOJLOFF: Die Schwerspatlagerstätten des östlichen Teiles des Gouvernements Kostroma. Bull. de l'Acad. Imp. des Sc. de St. Pétersbourg. VI. Sér. 4. 1910. p. 857—880. 1 Taf. Russisch. (Vergl. das Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1912. I. -416—417-.)

— Über Baryumsulfat in Organismen. Ibidem. 5. 1911. p. 475—477. Russisch. (Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1912. I. -418-.)

— Sur la distribution des barytes oxfordo-séquaniennes dans la partie orientale de la Russie d'Europe. Ibidem. 6. 1912. p. 939—944. Russisch. (Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. II. -212-.)

ALEX. SCHEPOTIEFF: Untersuchungen über niedere Organismen. II. Die Xenophyophoren des Indischen Ozeans. (W. SPENGEL's) Zoolog. Jahrbücher. 32. 1912. p. 245—286. Taf. 15, 16.

FRANZ EILHARD SCHULZE: Die Xenophyophoren, eine besondere Gruppe der Rhizopoden Wissenschaftl. Ergebn. d. Deutsch. Tiefsee-Exped. auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898—99. 11. 1. Jena, G. Fischer. 1905.

— Die Xenophyophoren der Siboga-Expedition. Siboga-Expeditie. IV bis. Leiden 1906.

— Die Xenophyophoren der amerikanischen Albatross-Expedition 1904/05. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin. 1906. No. 8. p. 205—229. 1 Taf.

— *Xenophyophora*. Zool. Anzeiger. 39. 1912. p. 38—43.

FRANZ EILHARD SCHULZE und HANS THIERFELDER: Über Baryumsulfat in Meerestieren (*Xenophyophora* F. E. SCH.). Sitz.-Ber. d. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin. 1905. p. 2—4.

THEODOR SIMMLER in POGGENDORFF's Annalen der Physik und Chemie. 25. 1862. p. 451.

H. WUESTNER: Pisolitic Baryte. Journal Cincinnati Soc. of Nat. Hist. 20. 1906. p. 245—250. (Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1907. II. -31-.)

Zonites (Grandipatula) alsaticus n. sp., eine neue obereocäne Zonitide.

Von **C. H. Jooss**, z. Zt. in Ludwigsburg.

Mit 3 Figuren.

Bei der Durchsicht einer Fossilien-Sendung aus dem obereocänen Süßwasserkalk des Bastberges bei Buchsweiler im Unterelsaß fand sich eine neue Zonitide, die ich unter obigem Namen hier veröffentlichen möchte.

Diagn.: Gehäuse niedrig-kegelförmig, auf der Unterseite schwach abgeplattet, weit und durchgehend genabelt, der perspektivische Nabel von einer stumpfen Kante umgrenzt. Umgänge 5, mäßig gewölbt, durch tiefe Nähte getrennt, letzter Umgang bauchig, vorn erweitert, Mündung schiefgestellt, eiförmig.



Fig. 1—3. Natürliche Größe.

Maße: H. 13, D. 12,5, h. 11, b. 10 mm.

Vorkommen: Bastberg, selten.

Bemerkungen: Die neue Art unterscheidet sich von dem ihr nahestehenden *Z. (Grandipatula) hemisphaericus* (Michaud) aus dem mittleren Paleocän von Rilly-la-Montagne bei Reims durch geringere Größe bei gleicher Windungszahl, stärker gewölbte Umgänge, deren Aufrollung rascher erfolgt, höheres Gewinde, verhältnismäßig weiteren Nabel und weniger schiefgestellte Mündung. Von dem ihr ebenfalls nahestehenden *Z. (Grandipatula) rigaulti* (Deshayes) aus dem Paleocän von Châlons-sur-Vesle ist sie schon durch ihre weit größeren Dimensionen genügend verschieden.

Cossmann hat 1889 [1] die Gattung *Grandipatula* für *Helix hemisphaerica* Michaud aufgestellt und vor *Patula* im System eingereiht; die körnige, deutlich spiralgestreifte Schale der *Grandipatula*-Arten weist indessen direkt auf *Zonites* hin, weshalb ich *Grandipatula* als Subgenus zu *Zonites* Montfort stelle. Zu *Grandipatula* rechne ich auch noch *Zonites umbilicalis* (Deshayes) aus dem Unterpliocän Südost-Frankreichs, mit welchem die Untergattung erlischt.

---

[1] Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Eocène des environs de Paris. 4. 1889. p. 358.



Dr. Karl Deninger,

außerordentlicher Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Freiburg, ist am 15. Dezember 1917 bei dem siegreichen Vordringen unseres Heeres in Italien als Führer eines Jägerbataillons gefallen.

Im März 1878 wurde er zu Mainz geboren, studierte 1897—1902 in Freiburg, Zürich und München. 1902 wurde er in München auf Grund einer Arbeit über das Tertiär bei Reit im Winkel (bayer. Alpen) zum Dr. phil. promoviert. Nach mehrjähriger Assistentenzeit am Königl. Mineralogisch-geologischen Museum und an der Technischen Hochschule zu Dresden und am Geologischen Institut der Universität Freiburg habilitierte er sich 1906 in Freiburg für Geologie und Paläontologie und wurde 1912 dort zum außerord. Professor befördert. In den Jahren 1902, 1904 und 1905 bereiste Deninger (mit Tornquist) Sardinien, wo er sich hauptsächlich dem Studium des dortigen Jura und der Kreide widmete. 1906/7 führte er eine Reise nach den Molukkeninseln Buru und Ceram aus. 1910—12 folgte eine zweite Molukkenreise (mit dem Zoologen Stresemann und dem Physiker Tauern), bei welcher Untersuchungen auf Java, Boli und Ceram durchgeführt wurden. Über die Ergebnisse seiner Molukkenreisen hat Deninger leider erst sehr wenig berichten können; eine umfangreichere Arbeit über Ceram liegt zum Druck vor. In seiner Lehrtätigkeit bevorzugte er die Paläontologie der Säugetiere, die Urgeschichte des Menschen und die Geologie der Alpen.

Zu Kriegsbeginn rückte er als Oberleutnant der Res. beim 3. bad. Dragonerregiment ins Feld, 1915 wurde er zum Rittmeister befördert. Auf den Schlachtfeldern in Frankreich, in den Südtiroler Dolomiten, in Mazedonien, in den Waldkarpathen und der Bukowina hat er mit Auszeichnung gekämpft; zuletzt war es ihm vergönnt, an dem unvergleichlichen Siegeszug unseres Heeres gegen Italien, beim Isonzodurchbruch, teilzunehmen. Am 29. Sept. 1914 war er bei Fricourt (nahe Cambrai) schwer verwundet worden; auf italienischer Erde traf ihn der Heldentod. Unerschütterliche Ruhe und Furchtlosigkeit machten ihn zu einem vorbildlichen Soldaten — er hatte vor seinem Studium die Absicht, sich dem Offiziersberuf zu widmen. Wohlverdiente Orden zierten seine tapfere Brust.

Deninger war ein offener, freundlicher, stets hilfsbereiter Mensch. Zielbewußt, voll Pflichteifer und größter Gewissenhaftigkeit lag er seinen Aufgaben als Forscher und Lehrer ob. Seine Fachgenossen und seine Schüler werden ihn in treuem, herzlichem Gedenken behalten. J. F. P.

Besprechungen.

Arthur Sachs: Repetitorium der allgemeinen und speziellen Mineralogie. 61 p. Leipzig und Wien. Franz Deuticke. 1917.

Verf. eines Repetitoriums muß den Stoff voll beherrschen, in der knappen Behandlung Erfahrung haben und die Sätze so fassen, daß sie kein Mißverständnis veranlassen. In der vorliegenden Schrift ist in dieser Beziehung vieles zu beanstanden; es ist unzureichend, wenn es heißt, das reguläre System besitze neun Symmetrieebenen, falsch „das Hexakisoktaeder liegt in keiner Zone“, willkürlich, der Struvit sei hemimorph nach der Horizontalen. Zirkularpolarisation besitzen nicht „besonders“ enantiomorphe Körper. Diamant kommt nicht oft in Meteoriten vor, es sind nicht nickelfreie Partien im Meteoreisen, die von Säuren stärker angegriffen werden, der Schmelzpunkt von Platin ist nicht 2000°, Schwefelkies spaltet nicht sehr vollkommen nach dem Würfel, es ist keine optische Anomalie bei Brookit, daß die optischen Achsenebenen für verschiedene Farben nicht zusammenfallen, Labrador ist nicht der kalkreichste Kalknatronfeldspat. Dies eine kleine Auslese der Ungenauigkeiten. Ein Urteil über den Wert dieses Repetitoriums kann danach ein jeder sich bilden; Studierende, die sich für die Prüfungen danach richten, könnten eigene Erfahrungen machen.

R. Brauns.

Personalia.

Gefallen: Dr. phil. **Paul Kaemmerer** aus Dresden am 16. April 1918 an der Westfront als Leutnant d. L. und Kompagnieführer.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländ.-Ostindien.

Von **H. A. Brouwer** in Delft.

Mit 2 Textfiguren.

IV. Quarzkeratophyr-Kalksteinkontakte im Sibumbun-Gebirge, nördlich vom See von Singkarah (Sumatras Westküste), und das geologische Alter dieser Eruptivgesteine.

Geologisches.

Über meine Untersuchungen im geologisch und petrographisch sehr interessanten Sibumbun-Gebirge habe ich schon kurz berichtet [1]. In dieser Mitteilung werden nur die Kontaktverhältnisse zwischen dem Quarzporphyr und den als carbonisch betrachteten Kalksteinen besprochen, während ich eine ausführliche Beschreibung der geologischen Verhältnisse später zu veröffentlichen beabsichtige.

Ein besonderes Interesse haben diese Kontaktverhältnisse, weil der Quarzporphyr von Verbeek [2] als älter als die Kalksteine betrachtet wurde. Er erwähnt eine Stelle, wo der Quarzporphyr, in Gegensatz zu seiner früheren Meinung [3], nur scheinbar gangförmig in den Kalkstein gedrungen ist, während diese Verhältnisse nach ihm besser erklärt werden können, indem angenommen wird, daß der Kalk auf einem unebenen Boden von Quarzporphyr abgelagert und später z. T. weggewaschen wurde. In der Nähe der von Verbeek erwähnten Stelle, bei der Mündung des Baches Kapu in den Silaki, wurden aber von mir typische exomorphe Kontakterscheinungen im Kalkstein beobachtet, so daß auch die *Quarzporphyre bestimmt ein jüngeres Alter haben müssen als das bis jetzt angenommene präcarbonische, wie es schon für granitische Gesteine aus benachbarten Gebieten in meinen vorigen Mitteilungen (I und II) nachgewiesen wurde.* Die Quarzporphyre des Sibumbun-Gebirges kommen zusammen mit granitischen Gesteinen vor, und

[1] H. A. Brouwer, On the post-carboniferous age of granites of the highlands of Padang. Proceed. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 18. p. 1518—1519.

[2] R. D. M. Verbeek, Topographische en Geologische Beschryving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Batavia 1883. p. 196.

[3] R. D. M. Verbeek, Geologische Beschryving van het Siboemboengebergte. Jaarb. v. h. Mynwezen in Nederl. Indie. 1876. p. 51 e. v.

beide Gesteinsarten sind durch Übergänge miteinander verbunden. Sie sind wahrscheinlich nur strukturelle Modifikationen der Granite und von ungefähr gleichem Alter als diese.

Die Quarzporphyre haben im östlichen Teile des Sibumbun-Gebirges eine größere Verbreitung. Die von mir mikroskopisch untersuchten Gesteine aus der Umgebung des Kontaktes mit den Kalksteinen zeigen den Charakter der Quarzkeratophyre, und es ist möglich, daß dieser Quarzkeratophyrtypus eine viel größere Verbreitung hat. Im südlichen Teil dieses Vorkommens, an der rechten Uferwand des Silaki und etwa 10 m stromauf von der Mündung des Baches Kapu (Fig. 1), bildet der Quarzporphyr mit seinen Kontaktprodukten zwei zungenförmige Ausläufer in dem angrenzenden Kalkstein (Fig. 2). In den intrusiven Gesteinen in der Nähe des Kontaktes ist eine porphyrische Struktur viel weniger deutlich oder gar nicht mehr entwickelt.

Von der westlichsten der beiden Apophysen wurden zahlreiche Proben von intrusiven und Kontaktgesteinen mikroskopisch untersucht. Im südlichen Teil dieser, sich allmählich verschmälernden, Apophyse ist kein Intrusivgestein an der Oberfläche mehr sichtbar, aber die Kontaktgesteine setzen sich bis da fort, was an der starken Herauswitterung (besonders der granatreichen Kontaktgesteine) und an den Farbenunterschieden mit den Kalksteinen ohne Kontaktmineralien schon makroskopisch deutlich verfolgt werden kann. Beim südlichen Ende besteht der innere Teil aus herausgewittertem, rötlich gefärbtem, granatreichem Gestein, das weiter vom Ende, wo das Intrusivgestein in der Apophyse vorkommt, dieses auch nach beiden Seiten als innere Zone begrenzt. Die Farbe und der Granatgehalt dieser Zone ist wechselnd; wie wir bei der mikroskopischen Beschreibung näher auseinandersetzen werden, wechselt auch das Mineralgemenge dieser Zone sehr. Zwischen dieser oft granatreichen Zone und den weißen kristallinen Kalksteinen ohne Kontaktmineralien, die die Apophysen begrenzen, ist eine heller gefärbte Zone von wechselnder Breite entwickelt, die oft sehr reich ist an Wollastonit; beim südlichen Ende der Apophyse, wo die westliche Randzone z. B. mikroskopisch untersucht wurde, besteht sie ganz aus grobkörnigem, divergentstrahligem Wollastonit. Daß die genannten Zonen nicht einheitlich gebaut sind und daß zahlreiche Variationen im Mineralgemenge vorkommen, wird unten näher gezeigt werden. Wie sehr oft im Sibumbun-Gebirge, sind auch hier diese weißen Kalksteine ohne Kontaktmineralien makroskopisch deutlich kristallin. Daß diese schon deutlich makroskopisch sichtbaren Kontakterscheinungen nur vereinzelt an dem Quarzkeratophyr-Kalksteinkontakt vorkommen, geht schon aus dem oben erwähnten, von Verbeek als normale Überlagerung gedeuteten Falle hervor. Auch schon etwa 1 m stromab vom nördlichen Teil der beschriebenen Apophyse ist die Fortsetzung des Kontaktes an

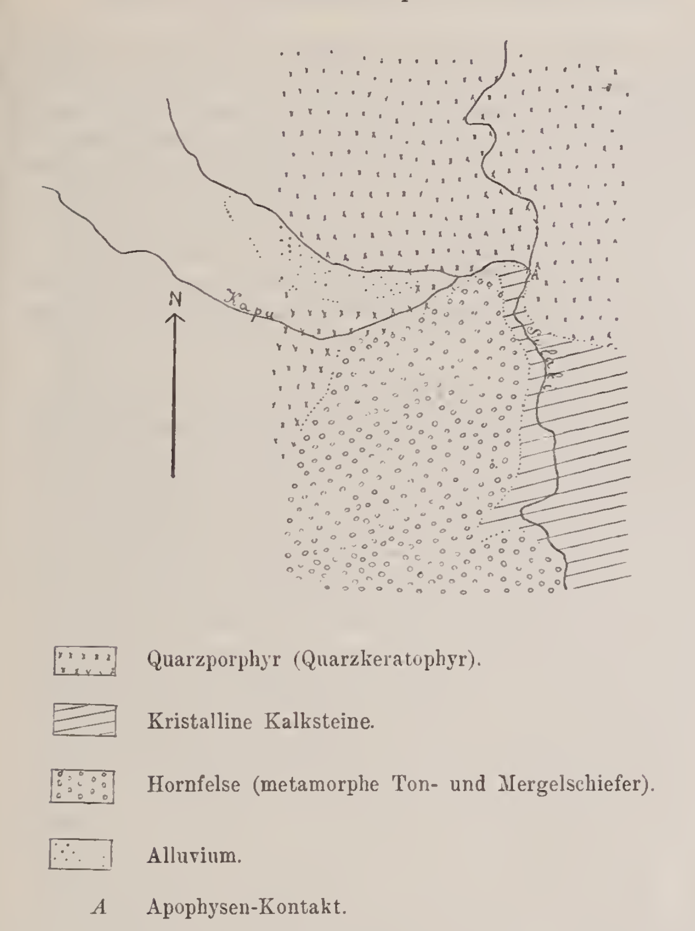


Fig. 1. Umgegend des Quarzkeratophyr-Kalksteinkontaktes im Sibumbun-Gebirge. 1 : 15 000. (Nach R. D. M. Verbeek in Jaarb. Mynwezen 1876 und eigenen Beobachtungen.)

einem kleinen Steilabhang am rechten Ufer des Silaki sichtbar. Hier ruht der Quarzporphyr auf Kalkstein, die Kontakterscheinungen mit reichlicher Entwicklung von makroskopisch sofort auffallendem Wollastonit, Granat etc. kommen auch hier nicht vor; höchstens zeigt sich der Kalkstein in einer 10—20 cm breiten Zone am Kontakt gefärbt (bisweilen dunkel grün am direkten Kontakt), während Pyrit und auch Granat dort, bisweilen ziemlich häufig, im Kalkstein vorkommen. Mikroskopisch kann die Kontaktmetamorphose auch hier deutlich nachgewiesen werden. Auch hier zeigt das Eruptivgestein in der Nähe des Kontaktes eine viel weniger

deutlich entwickelte porphyrische Struktur mit einer, in geringer Menge anwesenden, Grundmasse.

Einige Meter stromauf von diesen Kontaktstellen kommen in den, im Silaki anstehenden, Kalksteinen Adern und Linsen mit Pyrit vor, die eine viel dunklere Farbe als die umgebenden Kalksteine zeigen und die durch einen mikroskopisch nachweisbaren Granatgehalt gekennzeichnet sind.

Im folgenden werden nacheinander die Quarzkeratophyre in größerer Entfernung und in der Nähe des Kontaktes, die stark metamorphen und die weniger oder nicht metamorphen Kalksteine besprochen werden.

Die Quarzkeratophyre und ihre mehr granitische Randfazies.

Die Gesteine, die im Silaki in größerer Distanz vom Kontakt gesammelt wurden, zeigen deutlich die porphyrischen Quarze in einer dichten, rötlichgrauen bis fleischfarbigen Grundmasse. Den mikroskopisch untersuchten Gesteinen fehlt eine Glasbasis gänzlich, sie enthalten Einsprenglinge von Quarz und Feldspat in einer feinkristallinen Grundmasse, die hauptsächlich besteht aus einem Gemenge von Quarz und Feldspat; daneben kommen auch farbloser und grüner Glimmer und Chlorit vor, während das spärlich vorkommende Erz z. T. in eine bräunlichgelbe Substanz oder in Leukoxen umgewandelt ist. Durch die holokristalline Ausbildung der Grundmasse nähern sich diese Gesteine den Granitporphyren. Die Quarzeinsprenglinge bilden oft Aggregate von gegeneinander durch gerade Linien oder ziemlich unregelmäßig begrenzten Individuen, die zusammen in einzelnen Fällen eine mehr oder weniger idiomorphe Ausbildung zeigen. Die Individuen dieser Verwachsungen löschen nicht einheitlich aus, besonders die mehr oder weniger parallel zur Hauptachse getroffenen Individuen mit der stärksten Doppelbrechung zerfallen in zahlreiche Felder, die zu zwei, an der kleinen Differenz der Auslöschungsschiefe deutlich zu erkennenden Individuen gehören. Die Begrenzung der Felder ist oft mehr oder weniger der Hauptachse parallel. Bei wenig deutlicher Felderteilung zeigen die Quarze oft eine der undulösen Auslöschung ähnliche Erscheinung, während in einigen Quarzen auch mehr als zwei verschieden orientierte Individuen anwesend sein könnten. Die einheitlich gebauten Quarzeinsprenglinge zeigen meist eine starke Abrundung der Formen und deutliche Korrosionserscheinungen. — Die Feldspateinsprenglinge bestehen, wenn nicht alle, dann zum allergrößten Teil aus Albit mit deutlichen polysynthetischen Zwillingslamellen und Zwillingen nach dem Karlsbader Gesetz. Die Auslöschung in Schnitten senkrecht zu $\mathfrak{c}$ beträgt ungefähr 20° gegen die Spaltrisse nach P, in Schnitten annähernd senkrecht zu $\mathfrak{a}$ wurden Auslöschungen von 12° gemessen. Im Gegensatz zu den klaren Quarzen haben die Albite ein trübes Aussehen; sie enthalten

zahlreiche sehr feine Einschlüsse und zeigen oft eine anfangende Umwandlung in Sericit. Dasselbe gilt auch für die Albite der Grundmasse. Die Feldspäte der Grundmasse zeigen sehr oft polysynthetische Zwillingslamellierung, und Orthoklas wurde nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen, die Struktur der Grundmasse ist mikrogranitisch. Die Grundmasse baut in den untersuchten Gesteinen etwas mehr, die Einsprenglinge etwas weniger als die Hälfte des Gesteins auf.

In einem bei *h* in Fig. 2 gesammelten Gestein, das in einer Entfernung von etwa 20 cm vom Kontakt mit den Kalksteinen vorkommt, hat die Menge der Grundmasse stark abgenommen. Das Gestein besteht aus einem mittelkörnigen Quarz-Feldspatgemenge, zwischen dem sich sehr untergeordnet ein feinkristallines Gemenge derselben Mineralien befindet. Die größeren Quarze und sehr sauren Plagioklase (z. T. sicher Albit) zeigen dieselben Eigenschaften wie im vorigen Gestein, im Albit ist die polysynthetische Zwillingslamellierung bisweilen nur auf Teile der Kristalle begrenzt. Die Grundmasse zeigt an einigen Stellen granophyrische Struktur, primäre dunkle Mineralien wurden nicht beobachtet, nur die sekundären Mineralien Calcit, Epidot und Chlorit. Zum Teil in Leukoxen umgewandeltes Erz kommt in der Grundmasse vor.

Ein bei *g* in Fig. 2 gesammeltes Gestein der Apophyse, das in direktem Kontakt mit granatreichen metamorphen Kalksteinen vorkommt, ist dem vorigen sehr ähnlich. Auch hier ist nur ein kleiner Teil als Grundmasse ausgebildet. Ein besonderes Interesse hat aber das ziemlich reichliche Vorkommen von Granat, Epidot und Zoisit in diesem Gestein vom direkten Kontakt. Der Granat bildet kleine Kriställchen, die sich oft, allein oder zusammen mit Epidot, zu verlängerten Aggregaten vereinigen. Die Aggregate setzen sich quer durch die Feldspatkristalle des Gesteins fort, und kleine Granat- und auch Epidotkristalle mit wechselnder Doppelbrechung findet man isoliert in den Feldspäten. Die Granate zeigen eine hellbräunliche Farbe und sind fast immer unregelmäßig ausgebildet ohne idiomorphe oder annähernd idiomorphe Kristallbegrenzung. Im Innern der einheitlich gebauten Quarzkristalle kommen diese Einschlüsse und Adern nicht vor, wohl an der Grenze von verschieden orientierten Quarzindividuen. Die obengenannten Aggregate von Granat oder von Granat und Epidot scheinen hauptsächlich gestreckt zu sein in einer Richtung senkrecht zur Kontaktgrenze zwischen Eruptiv- und Kontaktgestein. Aus dem oben Erwähnten geht hervor, daß die Quarzkeratophyre in der Nähe des Kontaktes in der Apophyse deutliche Strukturänderungen zeigen, die Grundmasse ist hier nur sehr untergeordnet zwischen dem mittelkörnigen Quarzfeldspatgemenge vorhanden, und die Gesteine am Kontakt sind fast Granite oder Granitporphyre mit spärlicher Grundmasse. Der Granatgehalt des Intrusivgesteins am direkten Kontakt weist auf endomorphe Kontaktwirkung hin.

Etwa 1 m stromab vom nördlichen Teil der Apophyse, wo das Intrusivgestein auf dem Kalkstein ruht, wurden vom erstgenannten Gestein verschiedene Proben in der Nähe des Kontaktes mikroskopisch untersucht. Ein Gestein in einer Entfernung von 35 cm vom Kontakt besteht zum kleinsten Teil aus Grundmasse, die an manchen Stellen schön granophyrisch ausgebildet ist, während auch die größeren Feldspat- und Quarzkristalle oft schriftgranitisch miteinander verwachsen sind. Sericit und Calcit, z. T. als Umwandlungsprodukt der Feldspäte, Leukoxen und eine braungelbe eisenreiche Substanz kommen als sekundäre Produkte im Gestein vor. Wo Quarzkristalle ganz von Grundmasse umgeben sind, wurden keine idiomorphen Kristallbegrenzungen, meistens unregelmäßige oder höchstens abgerundete Formen beobachtet. Schön idiomorph ist aber der Quarz an einzelnen Stellen ausgebildet, wo er von größeren Calcitpartien mit einer Art poikolitischer Struktur umschlossen wird. In diesen Calcit-Quarz-Verwachsungen kommt kein Feldspat vor, wir betrachten diesen Calcit nicht einfach als eine sekundäre Bildung, aber glauben, daß diese Verwachsungen von Calcit mit idiomorphem Quarz sich viel früher, vor der Bildung der sekundären Produkte, vielleicht in einem späten Kristallisationsstadium und unter Mitwirkung von endomorpher Kontaktmetamorphose, gebildet haben.

Aus einer Entfernung von 15 cm vom Kontakt wurde ein Gestein untersucht, in dem die Grundmasse nur sehr spärlich vorhanden ist. Die schriftgranitähnlichen und granophyrischen Verwachsungen von Quarz und Feldspat wurden hier nicht beobachtet, und die Struktur der Gesteine scheint also schon in geringer Entfernung einigermaßen zu wechseln. Sericit und Calcit kommen häufig als Umwandlungsprodukte der Feldspäte vor.

Vom direkten Kontakt mit den Kalksteinen stammt ein Gestein mit ziemlich viel Grundmasse ohne granophyrische Struktur, in dem Calcit sehr reichlich vorkommt. Die Feldspäte sind z. T. sericitisiert und der Calcit ist auch wohl z. T. sekundären Ursprungs, könnte aber da, wo er in größeren Individuen vorkommt, gegen die der Quarz oft idiomorphe Begrenzung zeigt, in einem früheren Stadium gebildet sein. Granophyrische oder schriftgranitähnliche Struktur wurde auch hier nicht beobachtet, und diese Strukturen sind also keineswegs charakteristisch für die Gesteine, die in der Nähe des Kontaktes vorkommen. Unter den untersuchten sind besonders die Gesteine vom direkten Kontakt durch einen großen Calcitreichtum gekennzeichnet.

Die kontaktmetamorphen Kalksteine.

Wie schon oben erwähnt wurde, ist der Kalkstein in einiger Entfernung vom Kontakt weiß und kristallin. Den kristallinen Charakter ohne Neubildung von Kontaktmineralien zeigen die Kalk-

steine des Sibumbun-Gebirges sehr oft. Im folgenden sind die Gesteine mit Kontaktmineralien näher beschrieben, sie kommen bei den untersuchten Kontakten nur bis auf geringe Entfernung vom Intrusivgestein vor. Nacheinander werden die Kontaktprodukte bei den Apophysen und die beim weiter stromab gelegenen Kontakt näher besprochen werden.

Der Apophysenkontakt.

Vom Ende der Apophyse (bei *a* in Fig. 2) wurden die ausgewitterte, zentrale, rötliche Granatzone und die westliche divergentstrahlige und hell gefärbte Wollastonitrandzone untersucht. Die Granatzone besteht fast ausschließlich aus einer mikroskopisch farblosen Granatmasse, in der etwas Calcit und, besonders in der Nähe der Wollastonitzone, auch etwas Wollastonit beigemengt vorkommen. Der Calcit füllt zahlreiche Äderchen, die mit abwechselnder Breite die Granatmasse in allen Richtungen durchsetzen, aus. An der Grenze mit der Wollastonitzone kommt ein schmales Band vor, das aus einem sehr feinkörnigen Gemenge von kleinen Wollastonitkriställchen besteht; dieses Gemenge setzt sich an einigen Stellen auch bis auf eine geringe Distanz in die Granatmasse fort.

Die Wollastonitzone besteht aus einem grobkörnigen Gemenge von Wollastonitsäulen mit deutlicher Spaltbarkeit nach (100). Die Ebene der optischen Achsen liegt in der Symmetrieebene und senkrecht zur Längsrichtung und zu den Spaltrissen, der optische Achsenwinkel ist klein ($2E = \pm 50^0$), Zwillingsbildung nach (100) wurde häufig beobachtet. Die Kristalle sind nicht idiomorph ausgebildet, sondern miteinander verwachsen zu den, besonders makroskopisch deutlich sichtbaren, divergentstrahligen Aggregaten. Spärlich kommen, quer durch die Wollastonitkristalle, mit Calcit gefüllte Äderchen vor und einige kleine Diopsidkörner werden umschlossen.

Weiter vom Ende der Apophyse (bei *b* in Fig. 2) wurde vom zentralen, hier mehr weißlichen Teil der Apophyse eine Probe gesammelt, die sich mikroskopisch aus verschiedenen Zonen zusammengesetzt zeigt. Von diesen Zonen wurden untersucht:

Eine Granatzone, die der oben beschriebenen vom südlichen Ende der Apophyse ähnlich ist; sie besteht fast ausschließlich aus mikroskopisch farblosem Granat.

Die anschließende Zone besteht in der Nähe des Granatgesteins aus einem etwa 5 mm breiten Gemenge, das ziemlich arm ist an Granat, während die nächstfolgende Zone wieder sehr reich an diesem Mineral ist, mit dem ein prehnitähnliches Mineral und weniger Quarz beigemischt vorkommen.

Die an die Granatzone grenzende Zone besteht aus sehr viel Wollastonit und weniger Calcit, Quarz und Granat. Die Verwachsung dieser Mineralien ist eine sehr innige, Quarz und Calcit schalten sich zwischen strahligen Wollastonitaggregaten ein und

in unregelmäßigster Weise sieht man größere Wollastonitindividuen mit den genannten Mineralien verwachsen. Hierauf folgt eine sehr feinkörnige Zone mit schnell abnehmendem Wollastonitgehalt, die hauptsächlich aus unregelmäßig verwachsenen sehr kleinen Quarzindividuen besteht, mit denen Calcit, Granat und Wollastonit beigemischt vorkommen.

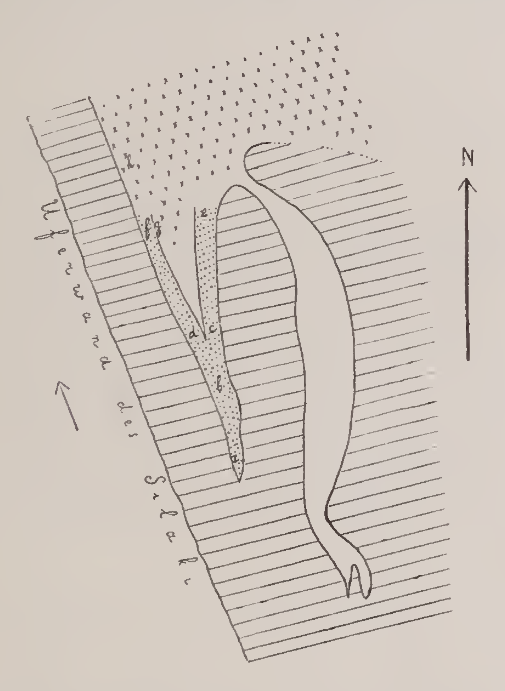
Ohne Übergangszone geht dieses Mineralgemenge, wenn auch nicht geradlinig davon abgegrenzt, über in die nächstfolgende Zone. die besteht aus mikroskopisch farblosem Granat, einem prehnitähnlichen Mineral, wenig Quarz und etwas Titanit. Das prehnitähnliche Mineral zeigt eine deutliche Spaltrichtung, die Ebene der optischen Achsen steht senkrecht zu den Spaltrissen, der optische Charakter ist positiv mit großem Achsenwinkel, die Lichtbrechung ist mäßig stark. Die genannten Eigenschaften stimmen überein mit denen des Prehnits, nur ist die Doppelbrechung schwächer als die des letztgenannten Minerals und auch wurden geringe Auslöschungsschiefen beobachtet, die vielleicht durch die häufig beim Prehnit vorkommenden optischen Anomalien erklärt werden könnten.

Noch weiter vom Ende der Apophyse zeigte sich eine Probe von der östlichen Randzone (bei *c* in Fig. 2), die hier makroskopisch eine weißliche Farbe und ziemlich dichte Beschaffenheit zeigt, mikroskopisch aus einem Gemenge von Calcit, Quarz, Augit und Granat zusammengesetzt. Größere Calcit- und Quarzindividuen sind oft auf das Innigste miteinander verwachsen. Der Granat bildet einige größere, unregelmäßig begrenzte Individuen. die viel Calcit, Quarz und Augit umschließen, und kommt auch in kleinen isolierten Kriställchen vor; der Augit bildet nur kleine, mehr oder weniger abgerundete, in einer Richtung verlängerte Kriställchen mit deutlichen Spaltrissen und großen Auslöschungsschiefen, die Kriställchen sind oft zu Aggregaten vereinigt.

Mehr von der Randzone entfernt nimmt der Granatgehalt stark zu und die Struktur ist verschieden. das Mineralgemenge besteht hier erst aus großen Granatkristallen und viel Calcit in einem sehr feinkristallinen Quarzgemenge mit wenig Augit, und daran grenzen Granatgesteine, die nur wenig Calcit und sehr wenig Quarz und Augit enthalten.

Im inneren Teil der Apophyse kommen hier hellgefärbte, makroskopisch dichte Gesteine vor, die in mineralogischer Zusammensetzung der schon oben beschriebenen granatreichen Zone mit dem prehnitähnlichen Mineral ähnlich sind. Sie bestehen aus einem Gemenge von diesen beiden Mineralien mit Quarz und weniger Wollastonit, Calcit und Titanit. Das prehnitähnliche Mineral zeigt bisweilen optische Anomalien durch Teilung in Felder, die nicht gleichzeitig auslöschen. Die Verwachsung der verschiedenen Mineralien ist eine sehr unregelmäßige, manchmal sind Granat und das prehnitähnliche Mineral ohne Beimengung von anderen Mineralien

miteinander verwachsen, und isolierte Partien von beiden Mineralien werden von anderen Mineralien der Verwachsung umschlossen. Kleinere, mehr oder weniger idiomorphe Granatkriställchen werden auch ganz vom prehnitähnlichen Mineral umschlossen. Dasselbe gilt für, mehr oder weniger idiomorphe, kleine Quarzkriställchen, die Verwachsung



Kristalline Kalksteine ohne Kontaktmineralien.

Kalksilikatgesteine der westlichen Apophyse, reich an Wollastonit in den Randzonen, reich an Granat in den inneren Zonen.

Quarzkeratophyr mit mehr granitischer Randfazies.

Fig. 2. Apophysen von Kalksilikatgesteinen in den kristallinen Kalksteinen ohne Kontaktmineralien. (± 1 : 75.)

mit Quarz kann aber auch eine sehr unregelmäßige sein. Mehrere Titanitkriställchen mit deutlichem Pleochroismus sind zusammen angehäuft, sie sind oft z. T. idiomorph ausgebildet und mit den anderen Mineralien des Gesteins (auch Calcit) verwachsen oder kommen darin eingeschlossen vor. In größeren Granatpartien kommen alle übrigen Bestandteile des Gesteins eingeschlossen vor.

Mehr in der Nähe des westlichen Teils der Apophyse (bei *d* in Fig. 2) folgen sehr granatreiche Gesteine, in denen wieder verschiedene Zonen unterschieden werden können. Erstens eine 7 mm breite Zone, die fast ausschließlich aus einer trüben, isotropen Granatmasse besteht, in der sehr wenig Wollastonit, Quarz und Calcit beigemengt vorkommen. Schmale Adern, die ganz mit einem Gemenge von Calcit und Quarz mit kleinen Granatindividuen ausgefüllt sind, kommen in der Granatmasse vor. An diese Zone schließt eine, wenigstens 1½ cm breite Zone an, in der der Wollastonitgehalt bald zunimmt, und dieses Mineral kommt in einiger Entfernung von der Granatzone in ungefähr gleicher Menge wie der Granat vor. Dieses Granat-Wollastonit-Gestein enthält nur spärlich Quarz und Calcit, das letztgenannte Mineral kommt auch als Umwandlungsprodukt des Wollastonits vor und füllt schmale Äderchen im Granat, allein oder zusammen mit Quarz, aus. Der Wollastonit ist bisweilen divergentstrahlig ausgebildet, die Längsrichtung ist bald positiv, bald negativ, die Auslöschungsschiefe erreicht mehr als 30°, die optische Achsenebene steht senkrecht zu den Spaltrissen in Längsschnitten und zu der Zwillingsgrenze in den Zwillingen nach (100). Der optische Achsenwinkel $2E = \pm 75^\circ$. Die äußerste westliche Grenze der Apophyse wurde an dieser Stelle nicht mikroskopisch untersucht, es ist aber wahrscheinlich, daß hier der Wollastonitgehalt noch mehr zugenommen hat; die Wollastonitzone des westlichen Endes der Apophyse haben wir schon oben kennen gelernt.

V o m o b e r e n T e i l d e r A p o p h y s e wurden schon die Intrusivgesteine vom direkten Kontakt mit den kontaktmetamorphen Kalksteinen beschrieben. Nach beiden Seiten grenzen an das Intrusivgestein kontaktmetamorphe Gesteine mit rötlichem Granat, während zwischen diesen granathaltigen Zonen und den hellen kristallinen Kalksteinen ohne Kontaktmineralien noch eine wollastonitreiche Zone von wechselnder Breite vorkommt.

Die östliche granathaltige Zone (bei *e* in Fig. 2) ist nur stellenweise sehr granatreich, vielfach sieht man makroskopisch die Granate in der Calcitmasse zerstreut, in der auch grünliche Partien auffallen. Granatreiche Teile bestehen mikroskopisch aus einem Gemenge von Granat und Calcit mit Quarz. Die Mineralien sind meistens sehr unregelmäßig gegeneinander begrenzt, der Quarz tritt hauptsächlich als Aggregat von sehr kleinen und unregelmäßig begrenzten Individuen auf. In der Granatmasse kommt häufig sehr viel Calcit und auch Quarz eingeschlossen vor, sie hat dann ein trübes Aussehen, und von den beiden letztgenannten Mineralien, besonders vom Calcit, werden auch zahlreiche Adern ausgefüllt, die die Granatmasse in allen Richtungen durchsetzen. Die Granate zeigen bisweilen eine Neigung zu idiomorpher Ausbildung, außerhalb der größeren Massen dieses Minerals ist ein großer Teil des

Granats als Aggregat von sehr kleinen Individuen ausgebildet. An einigen Stellen im Gestein ist der Quarz etwas grobkörniger ausgebildet; zahlreiche, z. T. schön idiomorphe Granatkriställchen werden vom Quarz umschlossen, indem auch viele unregelmäßig begrenzte Granate, wie auch Calcit, zwischen den Quarzen vorkommen. Im Quarz wurden hier auch einige kleine Augitsäulchen mit starker Doppelbrechnng und großer Auslöschungsschiefe wahrgenommen. Der Granat läßt mikroskopisch eine sehr hell rötlichbraune Farbe erkennen. Granatarme Teile bestehen fast ganz aus Calcit und zeigen die typische Struktur der körnigen Kalke mit ziemlich gleichgroßen Calcitindividuen, die polysynthetische Zwillinge nach $-\frac{1}{2}R$ zeigen. Hier und da kommt Quarz und auch Pyrit in der Calcitmasse vor.

Die grünlichen Partien, die schon makroskopisch im Gestein sichtbar waren, zeigen sich mikroskopisch als größtenteils zersetzte Granate, isolierte Reste des Granats liegen in einem Gemenge von Chlorit und Calcit zerstreut.

In der Nähe der wollastonitreichen Zone, die die Grenzzone bildet gegen die körnigen Kalke ohne Kontaktmineralien, kommt in der Granatmasse neben Calcit, Quarz und wenig Diopsid, auch Wollastonit vor, während der Diopsid besonders bei der Grenze mit der Wollastonitzone stark angehäuft vorkommt.

Die Wollastonitzone besteht aus großen Kristallen von diesem Mineral ohne idiomorphe Begrenzung, Zwillinge nach (100) kommen vor. Diopsid wird in geringer Menge von Wollastonit umschlossen, Calcit kommt auch ziemlich häufig vor, ist aber z. T. wohl sekundären Ursprungs, denn unregelmäßige Adern im Wollastonit werden von Calcit ausgefüllt. Der Calcit verteilt die Wollastonitkristalle oft in zahlreiche isolierte Teile, die zu gleicher Zeit auslöschen. Von den kristallinen Kalksteinen ohne Kontaktmineralien ist diese östliche Wollastonitzone wieder scharf abgegrenzt.

Westlich der Intrusivgesteine, im oberen Teil der Apophyse (bei *f* in Fig. 2), wurde erstens eine Zone beobachtet, die aus sehr viel klarem Quarz mit wenig trübem Feldspat und Calcit und zahlreichen Kontaktmineralien besteht, besonders Epidot und Granat, und auch ein Mineral, von dem die festgestellten Eigenschaften übereinstimmen mit denen des Prehnits. Daß zahlreiche isolierte Quarzindividuen, die von Granat umschlossen werden, bisweilen gleichzeitig auslöschen, so daß eine Verwachsung von großen Quarz- und Granatkristallen vorliegt, beweist, daß auch der Quarz z. T. zu den Kontaktbildungen gehört, was schon aus der sehr großen Menge dieses Minerals abgeleitet werden konnte. Offenbar hat sich hier in der Nähe des Kontaktes von Intrusivgestein und Kalkstein ein sehr kieselsäurereiches Produkt gebildet.

Nach außen, im eigentlichen Kontaktgestein, verschwindet der Quarz fast ganz, das Mineralgemenge besteht hier aus viel, mikro-

skopisch bräunlichem, Granat und Prehnit, während zwischen diesen Mineralien nur sehr wenig kleine Quarze beigemengt vorkommen. An anderen Stellen ist der Quarz auch etwas reichlicher vorhanden, der Prehnit kann auch fehlen, während Calcit in großen Fetzen mit Granat und weniger Quarz Teile des Gesteins aufbauen. Das Mineralgemenge kann also auf geringe Distanzen bedeutend wechseln. In einer Entfernung von etwa $1\frac{1}{2}$ cm vom Intrusivgestein tritt Wollastonit unter den Bestandteilen auf, hauptsächlich ist aber das Gestein sehr granatreich ausgebildet.

Die Grenze gegen die körnigen Kalksteine ohne Kontaktmineralien wird auch hier von einer schmalen, bisweilen fehlenden, Wollastonitzone gebildet. Die granatreiche Zone zwischen dem Intrusivgestein und dieser Wollastonitzone hat hier eine Breite von 5—7 cm. In der Nähe der Wollastonitzone kommt an der direkten Grenze mit den granatreichen Gesteinen ein schmales, mosaikähnlich ausgebildetes Band vor, in dem Diopsid sehr reichlich vorkommt. Diopsid und Wollastonit kommen auch weiter von der Grenze in den Granatgesteinen vor, die in der untersuchten Probe bis auf 2 cm von der Wollastonitzone fast nur aus Granat mit etwas Calcit und wenig der genannten Mineralien bestehen.

Die Wollastonitzone besteht wieder aus großen Wollastonitkristallen, in denen sehr viel Calcit beigemischt vorkommt und die kleine Diopsidkörner umschließen.

Der Kontakt an der Uferwand des Silaki.

Die Kalksteine, die 1 m stromab vom nördlichen Ende der Apophyse am Kontakt gesammelt wurden, zeigen makroskopisch eine weniger deutliche Metamorphose.

In Intrusivgesteinen am direkten Kontakt wurde schon die Umwandlung von Feldspäten in Calcit und Sericit erwähnt. Nach der Seite der Kalksteine wurde beobachtet, daß der Calcit- und Sericitgehalt des Mineralgemenges sehr stark zunimmt, der Feldspat verschwindet, und es finden sich Gemenge von viel Calcit mit Sericit (und Chlorit) und wenig Quarz. Örtlich fehlen Calcit und Quarz fast ganz, und in diesem Sericitaggregat erreichen die einzelnen Individuen ziemlich große Dimensionen. Bräunlich schwarze und gelbliche Verwitterungsprodukte von Erz kommen hier auch ziemlich häufig vor.

Silikatfreie und feinkristalline bis fast dichte Kalksteinpartien mit Pyritkristallen wechseln in der Nähe des Kontaktes ab mit silikatreichen Partien. Die letztgenannten bestehen aus einem Gemenge von Calcit, Quarz, Augit, Granat und, größtenteils in eine trübe Substanz umgewandeltem, Erz.

Größere Granat- und Augitkristalle kommen miteinander verwachsen, einander durchdringend, vor. Calcit und Quarz kommen

in geringer Menge in diesen Verwachsungen eingeschlossen vor, andere Granatkristalle umschließen Calcit, Quarz und kleine Augitkörner, noch andere sind ganz frei von Einschlüssen. Die Granate sind deutlich hell bräunlich gefärbt. Größere Augite kommen auch mit Calcit allein verwachsen vor.

Noch andere Partien in der Nähe des Kontaktes enthalten große, mikroskopisch sehr hell bräunlich gefärbte Granate ohne idiomorphe Begrenzung und mit wenig Einschlüssen von kleinen Augitkörnern, Calcit und Quarz. Diese Granate liegen in einem feinkristallinen Gemenge von Quarz und Calcit, in dem auch zahlreiche kleine, z. T. idiomorphe, Augitkriställchen zerstreut liegen. Es kommen auch kleine Partien von Granatfels vor in Gesteinen, die übrigens als feinkristalliner Kalkstein mit wenig Quarz und ziemlich viel dunkelgrünem Chlorit ausgebildet sind. Größtenteils verwittertes Erz kommt in all diesen Gesteinen vor. Sie bilden eine schmale Zone von wechselnder Breite zwischen den Quarzkeratophyren und den zuckerkörnigen, hellen kristallinen Kalksteinen, die auch hier mikroskopisch nur aus Calcitkristallen, mit polysynthetischer Zwillingsbildung nach $-\frac{1}{2}R$, bestehen.

Die dunklen Partien im kristallinen Kalkstein.

Was schließlich die mineralogische Zusammensetzung der dunklen, pyritreichen Adern und Linsen betrifft, die in den hellgefärbten zuckerkörnigen kristallinen Kalksteinen im Silaki, einige Meter stromauf von den beschriebenen Kontaktstellen, vorkommen, so zeigte die untersuchte Probe sie mikroskopisch hauptsächlich aus Granat zusammengesetzt. Außer viel Pyrit kommen auch ein prehnitähnliches Mineral, Quarz, Calcit, Chlorit und Körner von Diopsid, Pistazit und Zoisit vor. Der Granat bildet keine, voneinander isolierten Kristalle, sondern die Hauptmasse des Gesteins.

Daß die oben beschriebenen Kontaktprodukte aus sehr reinem Kalkstein hervorgegangen sind, weist auf den pneumatolytischen Charakter, mit Stoffzufuhr aus dem intrusiven Magma, dieser Metamorphose hin.

An erster Stelle muß unter den zugeführten Stoffen die Kieselsäure erwähnt werden, die für die Bildung der Wollastonitgrenzzone, abgesehen von den spärlichen eingeschlossenen Diopsidkörnern, ausreicht. Was die Zufuhr von Eisen, Magnesium und Aluminium betrifft, so liegen keine chemischen Analysen vor, um zu entscheiden, ob die Granate und Pyroxene dem Grossular und dem Diopsid nahestehen, oder ob bedeutende Mengen von Andradit und Hedenbergit beigemengt vorkommen. Die Auslöschungsschiefen mancher Pyroxene weisen mehr auf Diopsid hin. Die Epidote gehören z. T. zu den schwach doppelbrechenden eisenarmen Varietäten. Daß die

Menge des zugeführten Al und Fe im Verhältnis zu der Kieselsäure nicht sehr bedeutend gewesen ist, beweist die große Verbreitung des Grossulars und das häufige Vorkommen von Quarz. Alkalien scheinen im Apophysenkontakt nicht zugeführt zu sein; Albit, Skapolith, Kalifeldspat und Muscovit fehlen unter den Neubildungen ganz. Auch Wasser scheint bei dieser pneumatolytischen Kontaktmetamorphose keine sehr große Rolle gespielt zu haben, sonst wäre das Vorkommen von Vesuvian in den Kontaktprodukten, wo Granat und Wollastonit zusammen vorkommen, zu erwarten gewesen. Prehnit oder ein prehnitähnliches Mineral kommt nur in der inneren Kontaktzone vor.

Die Bildung der Wollastonit-Randzone entspricht folgender Gleichung:

$$CaCO_3 + SiO_2 \rightleftarrows CaSiO_3 + CO_2.$$

In der äußersten Randzone der Apophyse scheint also fast ausschließlich Kieselsäure zugeführt zu sein. Wir haben aber erwähnt, daß an der Grenze von der Wollastonitzone und den granathaltigen Gesteinen bisweilen ein Pyroxenband vorkommt. Hier ist also außer Kieselsäure noch MgO und, soweit im Pyroxen das Hedenbergitmolekül vorkommt, auch noch eine entsprechende Menge Fe als Oxydul zugeführt.

Soweit die Granate Eisen enthalten, wurde das Eisen als Oxyd zusammen mit dem Al_2O_3 erst weiter von der Randzone der Apophyse gebunden, während die Randzone als granatfreies Wollastonitgestein ausgebildet ist. Daß in den inneren Zonen Quarz und Calcit häufig nebeneinander und miteinander verwachsen vorkommen, beweist, daß hier die Silikatbildung nur bis zu einem bestimmten Stadium hat stattfinden können, was mit dem Erreichen des Gleichgewichtsdrucks der Kohlensäure, bei der Temperatur der Metamorphose, in Verbindung gebracht werden kann [1].

Auf endomorphe Kontaktmetamorphose weist der Gehalt an Calcit und bisweilen von Granat, Epidot und Zoisit der granitischen Gesteine in der Nähe des Kontaktes hin.

Was schließlich die Strukturänderungen der Intrusivgesteine in der Nähe des Kontaktes betrifft, so ist die starke Abnahme der Grundmasse in bezug auf den pneumatolytischen Charakter der Metamorphose verständlich, indem die magmatischen Gase, die die Stoffzufuhr in die Kalksteine bewirkten, in der Randzone des angrenzenden Intrusivgesteins eine vollständigere Kristallisation ermöglichten.

[1] V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. 1911. p. 144.

Über Schieferung und Schichtung in kristallinen Schiefern.

Von **O. H. Erdmannsdörffer**, z. Z. im Felde.

Der Begriff Schieferung wird meist gleichbedeutend mit sekundärer Schieferung gesetzt. Primäre Schieferung erkennen nur wenige Forscher an (Loretz, Salomon, denen sich André anschließt). Eine genaue, vor allem auch petrographisch befriedigende Definition wird nicht oft gegeben.

Die Erscheinung der Schieferung ist eine typische Eigenschaft der Textur, wenn man sie auf die Fälle beschränkt, bei denen die parallele Lagerung spaltender Mineralindividuen die leichtere Teilbarkeit des Gesteins nach einer Fläche als Endsumme dieser Einzelmomente erscheinen läßt. Diese Definition ist ohne jedes genetische Moment. Nicht hierher gehören also die Fälle leichterer paralleler Spaltbarkeit von Gesteinen, die durch Spannungsverhältnisse, ohne Parallelstellung von Gemengteilen verursacht sind, und als Plattung, Klüftung u. dgl. in Erscheinung treten.

Die Schieferung zerfällt begrifflich in primäre und sekundäre. Primär schieferige Gesteine sollen schieferig schlechthin genannt, sekundär schieferige als geschiefert bezeichnet werden.

Die primäre Schieferung findet sich bei Sedimenten besonders dann, wenn während der Sedimentation selbst blätterige und gutspaltende Mineralien wie Glimmer, Chlorit zum Absatz gelangen, bei Erstarrungsgesteinen, wenn die Spaltrichtungen von Glimmer, Hornblende, Feldspäten durch fluidale Bewegungen in der noch flüssigen Masse parallelgestellt werden. Bei primär schieferigen Sedimenten ist Schicht- und Schieferungsebene identisch[1]. Bei geschieferten Gesteinen schneiden sich beide unter allen denkbaren Winkeln.

Die Schieferungsebenen der kristallinen Schiefer werden fast durchweg zu der zweiten Gruppe, den sekundär schieferig entstandenen, gestellt. Für sehr viele Fälle zweifellos mit Recht. Doch gibt es eine große Menge kristalliner Schiefer, die nach Mineralbestand, Struktur und Textur zweifellos als solche zu bezeichnen sind, bei denen aber die Voraussetzung einer sekundären Schieferung nicht gegeben ist, auf die vielmehr die oben gegebene Definition: Schieferungsfläche = Schichtfläche zutrifft, die also primär-schieferig sind.

[1] Von Kreuzschichtung u. dgl. wird hier abgesehen.

Ein häufiges geologisches Kennzeichen solcher kristalliner Schiefer ist ihre einfache tektonische Lagerung, die die Sedimentnatur des ganzen Schichtkomplexes so wenig verwischt hat, daß die ursprüngliche Aufeinanderfolge der verschiedenen Sedimentlagen noch unverändert vorhanden und in all ihren Einzelheiten erkennbar ist. Es fehlen vor allem solche Erscheinungen, die auf eine differentielle Bewegung verschiedener Gesteins- oder Gefügeelemente hinweisen; der Vorgang der Umwandlung zum kristallinen Schiefer ist vielmehr durch seinen stationären Charakter gekennzeichnet und klingt damit an einen wesentlichen Zug der Kontaktmetamorphose an. Die Herausbildung des schieferigen Gesteinscharakters ist nicht Folge eines irgendwie gearteten, mit Gleitflaserbildung verknüpften Bewegungs- oder Ausweichungsvorganges oder einer Kristallisationsschieferung im Sinne von Becke und Grubenmann, sondern hängt in einer Weise von den präexistierenden Schicht- d. h. Unstetigkeitsflächen ab, daß diese selbst bei der Ummineralisierung des Gesteins erhalten geblieben, oder in vielen Fällen sogar durch das Neuauftreten und die Vermehrung von schieferungsbefördernden Mineralien noch besonders verstärkt und herausgearbeitet worden sind. Korngröße und Schichtung sind unter Schonung und Beibehaltung wesentlicher primärer Texturverhältnisse durch Sammelkristallisation vergröbert worden. Das Ergebnis ist ein echter kristalliner Schiefer.

Die Ursachen für die Entstehung solcher kristalliner Schiefer sind, wie erwähnt, denen der Kontaktmetamorphose insofern ähnlich, als sie keinerlei differentielle Bewegungen während des Umkristallisationsvorganges hervorrufen. Die oft außerordentliche räumliche Ausdehnung solcher kristallinen Schieferkomplexe und ihre sehr gleichartige Entwicklung über weite Ländergebiete setzen eine regionale Ursache voraus: Es ist ein „Regionalmetamorphismus“. Vielfach läßt sich nun zeigen, daß die Verhältnisse während der Bildung solcher Gesteine in wesentlichen Zügen denen gleich oder ähnlich gewesen sind, die sich im Kontakt mit tiefgelegenen Granitmassen einstellen. Solche sind auch vielfach so mit ihnen verknüpft, daß man keine von ihnen ausgehende, lokal zonenmäßig gesteigerte spezielle Kontaktmetamorphose konstatieren kann, daß also ihre Wirkung in der der „regionalen“ Metamorphose aufgeht. „Regional“- und Kontaktmetamorphose sind in solchen Fällen identisch und liefern identische Produkte: kristalline Schiefer. Der „normale“ Kontaktmetamorphismus ist nur ein durch sehr starkes Wärmegefälle und entsprechend rapide Umwandlungsgeschwindigkeit gekennzeichneter Spezialfall mit entsprechend modifizierten Produkten.

Es ist klar, daß es sowohl vom Standpunkt des die Umwandlung zu kristallinen Schiefern betrachtenden physikalischen

Chemikers wie auch des Geologen wünschenswert ist und notwendig sein kann, kristalline Schiefer von der skizzierten Entstehungsweise generell von solchen mit wesentlicher Teilnahme von differentiellen Gefügebewegungen zu trennen. Es wird zweckmäßig sein, diese zwei Arten von kristallinen Schiefern jeweils für sich in zwei Hauptunterabteilungen dieses Sammelbegriffes zusammenzufassen und systematisch auszuwerten. Eine Zweigliederung ähnlicher Art hat bereits Weinschenk ausgesprochen und hat dem Kontaktmetamorphismus eine führende, wenn auch in mancher Hinsicht zu weitgehende Rolle dabei zugeteilt. Ich bezeichne Schiefer, die durch vorwiegend stationären Metamorphismus entstanden sind, als kristalline Schiefer erster Art, die unter wesentlicher Mitwirkung oder Herrschaft differentieller Bewegungen entstandenen als zweiter Art.

Alle Definitionen, die für kristalline Schiefer die Mitwirkung geodynamischer Phänomene als ein wesentliches Moment fordern, erfassen nur einen Teil dieser Gesteinsgruppe, und alle auf Definitionen dieser Art aufgebauten Systeme enthalten eine große Gruppe von kristallinen Schiefern, die sich jener Definition nicht unterordnen.

Zu berücksichtigen ist auch die Möglichkeit der Kombination und Superponierung verschiedener metamorphosierender Vorgänge: „Polymetamorphe“ Gesteine sind jedenfalls viel häufiger, als es nach den verbreitetsten Theorien und Anschauungen über kristalline Schiefer den Anschein hat, deren Tendenz oft auf eine einheitliche Erklärung und Erfassung dieser Gruppe von Gesteinen gerichtet ist, in der zweifellos eine Menge sehr heterogener Elemente zusammengefaßt werden.

So ist eine Kombination von Erstarrungsgesteinen mit Schiefern erster Art in vielen Gebieten kristalliner Schiefer häufig beobachtet, bei der die ersteren durch differentielle Bewegungen eine schieferige Textur erhalten haben, während in den ursprünglichen Sedimenten die Schiefertextur als Relikt der primären Schieferung, modifiziert lediglich durch stationäre Umkristallisation, zu deuten ist.

Für Schiefer erster Art wird es leichter sein, Druck- und Temperaturstufen mit Hilfe geologischer Thermometer aufzustellen, als für die Schiefer der zweiten Art, für die das Auftreten des gerichteten Druckes (Streß) ein vor allem auch experimentell schwieriger zu erfassendes Moment mit sich bringt. Doch wird es nur auf solchen Bahnen möglich sein, Ausdrücke wie „Regionalmetamorphismus“, „Dynamometamorphose“ und ähnliche, die letzten Endes gar nichts besagen, durch exakt formulierte Begriffe zu ersetzen oder, soweit es angeht, in Zahlenwerte überzuführen.

Über Dinosaurier.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Mit 12 Abbildungen.

4. Neues über Geschlechtsunterschiede bei Orthopoden.

Schon 1915 wurde in dieser Zeitschrift (**119**) auf die merkwürdige Tatsache hingewiesen, daß sich bei verschiedenen Dinosauriergattungen, nämlich *Iguanodon*, *Struthiosaurus*, *Rhabdodon*, *Orthomerus* und *Brachiosaurus* an gleichen Fundstellen ein paarweises Vorkommen spezifisch scheinbar verschiedener Tiere nachweisen läßt, und es wurde deshalb schon damals die Behauptung aufgestellt, daß die Verschiedenheiten der einzelnen Formen nicht auf spezifische, sondern auf sexuelle Unterschiede zurückzuführen wären. Auf den morphologischen Teil der Frage einzugehen wurde damals unterlassen, denn es war die Hoffnung vorhanden, daß die bis dahin über den morphologischen Teil der Fragen bloß spärlichen Angaben bald komplettiert werden würden. Der Eintritt Amerikas in den Krieg, der ein Zusammenarbeiten mit den amerikanischen Fachgenossen auf unbestimmte Zeit unterbindet und daher das Beschaffen der fehlenden Daten verhindert, läßt nun trotz der mangelhaften Daten die Erörterung der morphologischen Seite dieser Frage dennoch für angezeigt erscheinen: es scheint besser, die jetzt vorliegenden Daten zu verwenden, als unbestimmte Zeit zu warten. In den Kreis der nun folgenden Untersuchungen sollen die Genera *Iguanodon*, *Camptosaurus*, *Trachodon*. *Saurolophus* und *Hypacrosaurus* einbezogen werden.

Wir beginnen mit der Untersuchung der beiden *Iguanodon*-„Spezies“, *Iguanodon Mantelli* und *I. bernissartensis* (**106**). Größere Differenzen im Zahnbau der beiden Spezies sind nicht bemerkbar. Der Schädel und das Skelett ist bei dem meist kleineren *I. Mantelli* (Fig. 2) schlanker als bei dem größeren *I. bernissartensis* (Fig. 1), die Vorderextremität ist bei *I. Mantelli* relativ kürzer, der vierte Trochanter liegt etwas höher, die Neurapophysen der Dorsalwirbel und der vorderen Caudalwirbel sind relativ länger. — *I. bernissartensis* hat sechs, *I. Mantelli* fünf Sacralwirbel. Der Processus pseudopectinealis ist bei *I. Mantelli* (Fig. 10) vorne stark verbreitert, dabei aber kürzer als beim *I. bernissartensis* (Fig. 9), und der rückwärtige Iliumteil ist bei *I. Mantelli* im Vergleiche zu *I. bernissartensis* kurz zu nennen. Das Ilium erscheint kurz und daher hoch. Der Winkel zwischen dem Processus pseudopectinealis und dem Ischium ist bei *I. Mantelli* spitzer als bei *I. bernissartensis*. Hooley (**114**) erwähnt, daß das distale Ischiumende bei *I. Mantelli* antero-posterior erweitert wäre. Das Femur bei *I. Mantelli* ist im Verhältnis zur Tibia kürzer als bei *I. bernissartensis*.

Für unsere Zwecke scheint der Hinweis auf diese Unterschiede vollkommen zu genügen.

Ähnliche Unterschiede wie beim Genus *Iguanodon* lassen sich auch beim Genus *Camptosaurus* erkennen, doch ist ein genauer Vergleich mancher Punkte infolge der fragmentären Natur des Camptosaurier-Materiales schwierig. Gilmore (**111**) unterscheidet im Genus *Camptosaurus* fünf Spezies: *C. nanus, C. dispar, C. medius, C. Browni* und *C. depressus.* Mit Ausnahme von *C. depressus* haben sich die übrigen alle im Steinbruche „bone cabin quarry Nr. 13" in Como gefunden.

Über die Schädel der einzelnen Camptosaurier-Arten wissen wir wenig.

Das Ilium ist bei *C. depressus, C. Browni, C. medius, C. nanus* und *C. dispar* bekannt. Bei *C. depressus* ist es relativ lang, ebenso bei *C. Browni,* bei *C. medius* ist es kürzer, bei *C. dispar* und *C. nanus* recht verkürzt. Die Anzahl der Sacralwirbel ist bei *C. dispar* vier, bei *C. depressus* und *Browni* sieben. Das Ischium ist bei *C. Browni* und *C. medius* schlank und am distalen Ende nur wenig verdickt, bei *C. dispar* ist es stark und am distalen Ende hammerartig verbreitert, mit nach vorne gerichteter Spitze. Die Entwicklung des Processus pseudopectinealis scheint bei allen Camptosauriern ungefähr die nämliche zu bleiben, bloß bei *C. dispar* ist er um ein unbedeutendes stärker. Der Winkel zwischen Processus pseudopectinealis und Ischium ist bei *C. dispar* (Fig. 8) wieder spitzer als bei *C. medius* (Fig. 7), und so wie bei *Iguanodon* ist daher auch bei dem einen Camptosaurier-Typus der unter dem Acetabulum liegende Bauchabschnitt mehr in die Länge gezogen als beim anderen.

Über die Länge der Neurapophysen der Camptosaurier fehlen vergleichende Angaben, ebenso über die relative Länge der Extremitäten.

Der Parallelismus, der sich zwischen Camptosauriern und Iguanodonten feststellen läßt, besteht auf diese Weise darin, daß der Winkel der unteren Beckenelemente in beiden Fällen bei jenen Formen spitzer ist, bei denen weniger Sacralwirbel vorhanden sind und das Ilium relativ kurz und hoch ist. Bei den Iguanodontiden sind bei den durch hohes Ilium ausgezeichneten Formen längere Neurapophysen und ein breiterer und kürzerer Processus pseudopectinealis bemerkbar, bei den analogen Camptosauriern geht mit der Kürzung des Iliums die Ausbildung eines Ischiumhammers Hand in Hand.

Die Differenzen der verschiedenen Trachodontiden erinnern sowohl an die bei den Iguanodontiden als auch an die bei den Camptosauriden angetroffenen Differenzen. Brown (**100, 101, 102, 103, 104**) unterscheidet bei den Trachodontidae sieben Genera: *Trachodon, Kritosaurus, Hadrosaurus, Claosaurus, Saurolophus, Hypacro-*

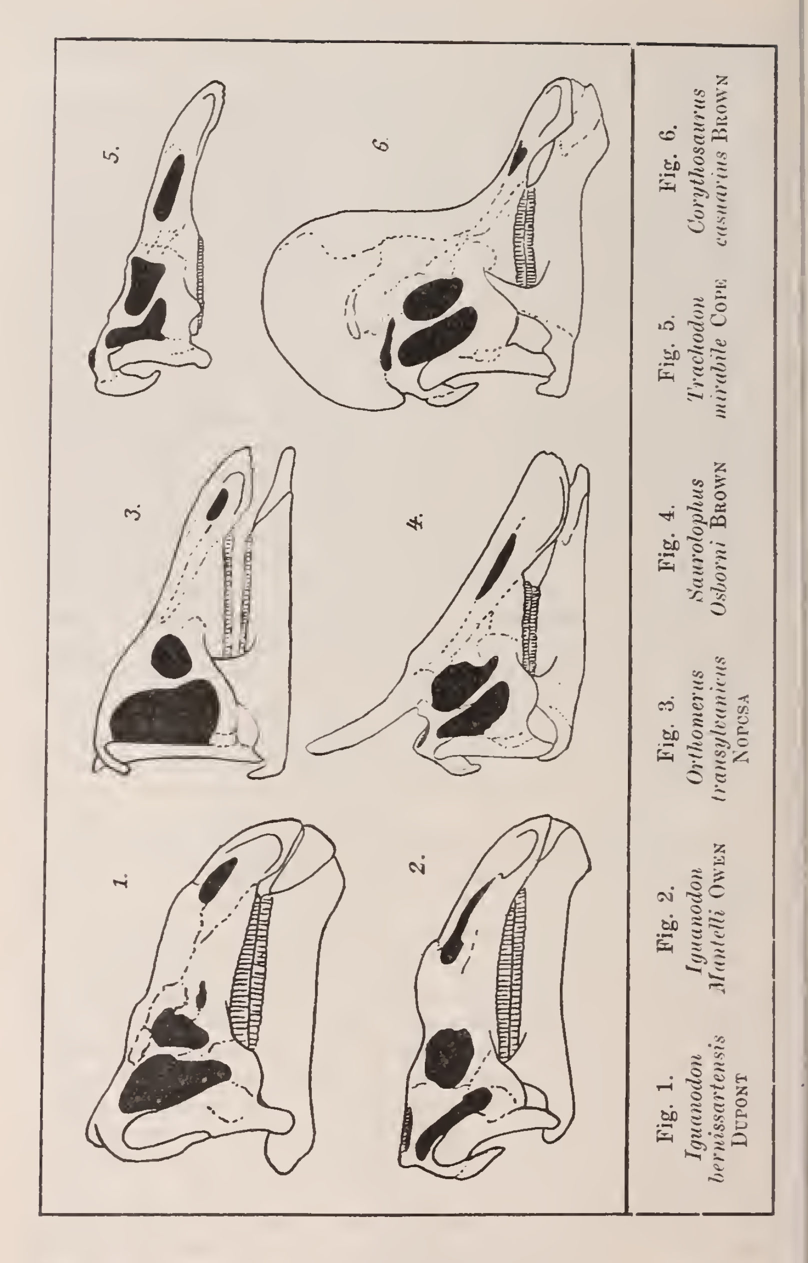


Fig. 1. *Iguanodon bernissartensis* Dupont
Fig. 2. *Iguanodon Mantelli* Owen
Fig. 3. *Orthomerus transylvanicus* Nopcsa
Fig. 4. *Saurolophus Osborni* Brown
Fig. 5. *Trachodon mirabile* Cope
Fig. 6. *Corythosaurus casuarius* Brown

saurus und *Corythosaurus.* Leider sind auch bei diesen Formen die Skelette nur teilweise bekannt resp. beschrieben. Eine europäische Form ist *Orthomerus.*

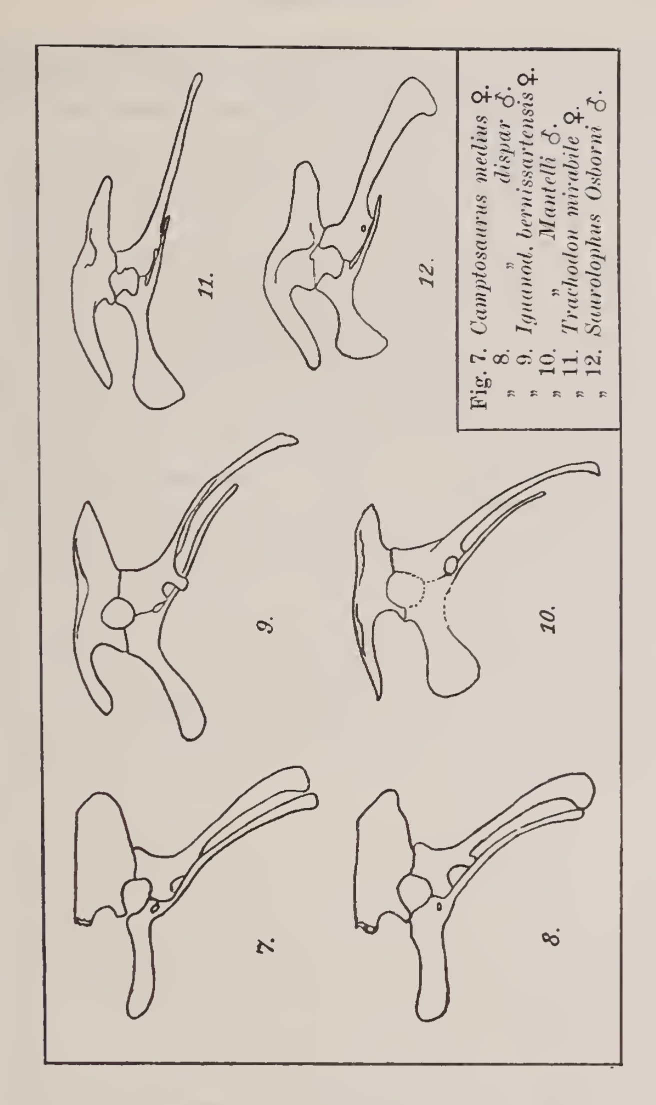


Fig. 7. *Camptosaurus medius* ♀.
" 8. " *dispar* ♂.
" 9. *Iguanod. bernissartensis* ♀.
" 10. " *Mantelli* ♂.
" 11. *Trachodon mirabile* ♀.
" 12. *Saurolophus Osborni* ♂.

Bei *Trachodon* (Fig. 5), *Kritosaurus, Hadrosaurus* und *Claosaurus* und *Orthomerus* (Fig. 3)[1], ist der Schädel nicht verziert, bei *Saurolophus* ist am Schädel ein großer, gegen rückwärts ge-

[1] Die Rekonstruktion von *Orthomerus* in Fig. 4 beruht z. T., so in bezug auf die in 1899 noch unbekannte Jochbogenregion, auf neuem, noch nicht veröffentlichtem Material, das erst 1915 gefunden wurde. Der Jochbogen von *Orthomerus* ist auffallend schmal und dünn, und dies hängt wohl mit der großen Beweglichkeit des Quadratbeines zusammen.

richteter Fortsatz, bei *Corythosaurus* ein sehr auffälliger Casuarartiger kammartiger Aufbau vorhanden. Darauf, daß auch an einem *Trachodon*-Schädel Wucherungen des Squamosums sichtbar sind, hat schon HUENE (**113**) gewiesen.

Die Neurapophysen sind bei dem allerdings nicht ornamentierten *Kritosaurus*, dann aber ganz besonders bei *Hypacrosaurus*, dessen Schädel derzeit allerdings noch unbekannt ist, sehr lang, sonst kurz. Da *Trachodon*, wie durch OSBORN's Arbeit (**122**) bekannt wurde, einen offenbar bloß als Zier dienenden häutigen Nackenkamm hatte, läßt sich die Verlängerung der Neurapophysen zur Stütze dieses Ornamentes wohl begreifen. Bei *Trachodon* und *Hadrosaurus* ist das Ilium lang und niedrig, bei *Hypacrosaurus*, *Saurolophus* und möglicherweise *Claosaurus* relativ kurz und hoch. Die Anzahl der Sacralwirbel ist bei *Trachodon* die größte, nämlich neun, bei *Saurolophus* und *Hypacrosaurus* beträgt sie acht, bei *Claosaurus* sieben. Der Processus pseudopectinealis ist bei *Trachodon* vorne zwar verbreitert, aber relativ lang, d. h. länger als der präacetabulare Iliumteil, bei *Saurolophus* und *Hypacrosaurus* ist er ebenfalls verbreitert, aber kurz. Das distale Ischiumende ist bei *Hadrosaurus* und bei *Trachodon* (Fig. 11) analog wie bei *C. Browni* und *C. medius* dünn oder nur wenig verdickt, bei *Hypacrosaurus* und *Saurolophus* (Fig. 12) jedoch wie bei *C. dispar* hammerartig aufgetrieben. Der Winkel zwischen Processus pseudopectinealis und Ischium ist bei der am Schädel ornamentierten Form *Saurolophus* und dem ähnlichen, allerdings bloß durch lange Neurapophysen charakterisierten *Hypacrosaurus* spitzer als bei *Trachodon*. Im Verhältnis zur Tibia ist das Femur von *Hypacrosaurus* kürzer als das von *Trachodon*.

Alles zusammenfassend, sehen wir auf diese Weise bei drei Familien von Ornithopodiden je einen Typus, der sich durch gekürzten und einen, der sich durch gestreckten Beckenbau auszeichnet. Bei dem Typus mit gedrungenem Becken, bei dem der Processus pseudopectinealis nicht länger ist als der präacetabulare Iliumteil, ist in zwei Fällen eine hammerartige Verdickung des Ischium bemerkbar, und diese wird in einem Falle *(Saurolophus)* von einer Schädelornamentik begleitet, deren große Variabilität und Inkonstanz aus einem anderen Falle *(Corythosaurus)* hervorgeht, in einem anderen Falle *(Hypacrosaurus)* ist bei einer Form mit gedrungenem Becken und Ischiumhammer der offenbar durch die verlängerten Neurapophysen gestützte Nacken- und Rückenkamm sehr stark entwickelt gewesen. Die Femora dieser Formen sind relativ kurz. Bei dem Typus mit gestrecktem Becken fehlen alle diese Akzessorien, doch reicht der Processus pseudopectinealis vorne über das Ilium hinaus.

Der Gedanke liegt nahe, beide Typen für aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien zu halten, bei denen die Größe des Beckens

z. B. durch die bipede Lokomotion bedingt wurde; daß es sich aber nicht um parallel verlaufende Entwicklungsstadien handelt, geht schon daraus hervor, daß *I. Mantelli* und *Hypacrosaurus* in bezug auf Processus pseudopectinealis und Ornamentik zwar die spezialisierteren Formen sind, damit jedoch einen kürzeren Femur, also ein primitiveres Merkmal verbinden. Auch bei *Saurolophus* ist das Femur relativ etwas kürzer als bei *Trachodon*.

In einer Herde von 25 Iguanodonten haben sich zusammen mit 23 Exemplaren vom gestreckten Beckentypus 2 Exemplare vom gedrungenen Beckentypus gefunden (127), und schon diese Beobachtung läßt die Vermutung aufkommen, daß die Ornithopodiden mit gestrecktem Becken die Weibchen, die anderen hingegen die z. T. sexuell ornamentierten Männchen wären. Eine Entscheidung in dieser Frage läßt sich durch einen Vergleich mit anderen Tierarten erbringen.

Schon 1882 erwähnt bei der Erörterung der Frage des Geschlechtsunterschiedes der Iguanodonten Dollo (106), daß sich im allgemeinen vom osteologischen Standpunkte die Geschlechtsunterschiede verschiedener Tiere an dem schlankeren Körperbau der einen oder der anderen Form, an der Verzierung des Männchens, an den eventuell zu Waffen umgewandelten Zähnen, an der Umwandlung der Vorderextremität zu Greiforganen oder Waffen und an dem Vorkommen eines Penisknochens erkennen ließen; wollen wir also geschlechtliche Unterschiede fixieren, so haben wir daher in erster Linie diese Punkte vor Augen zu halten, zu dem möchte ich aber noch das hinzufügen, daß sich bei Säugetieren der Geschlechtsunterschied auch stark in der Entwicklung der Beckenknochen äußert.

Die Tatsache, daß die Zähne der beiden *Iguanodon*-Arten, dann auch die der verschiedenen Camptosaurier und Trachodontiden, untereinander recht ähnlich sind, läßt sich, da so etwas auch bei verschiedenen anderen Tierarten vorkommt, für die Bestimmung des Geschlechtes verschiedener Dinosaurier in keiner Weise verwenden; die stärkere Entwicklung der Hand und namentlich des umgewandelten Daumens beim *I. bernissartensis* scheint dafür zu sprechen, daß diese Form ein Männchen wäre, aber anderseits scheint die Entwicklung der Hand bei den Trachodontiden recht inkonstant zu sein, und man muß daher beim Einschätzen dieser Eigenschaft Vorsicht walten lassen. Penisknochen sind von einem einzigen Fall, auf den noch zurückgegriffen werden soll, bei Reptilien unbekannt; es bleiben daher bei unseren Dinosauriern als Kriterien ihres Geschlechtes nur die allgemeine Gestalt des Körpers, seine Ornamentik und der Bau des Beckens übrig.

Leider ist über die geschlechtlichen Unterschiede der für uns in Betracht kommenden rezenten Vögel und Reptilien bisher nur wenig bekannt geworden, namentlich gilt dies für den Skelettbau;

immerhin ist man aber in der Lage, sich doch einigermaßen zu orientieren.

Recht bekannt ist, daß die Männchen zahlreicher Hühnervögel, dann auch die Kondor-Männchen, durch fleischige, z. T. erektile Verziernugen des Schädels oder Sporen, anderer durch auffällige Federn charakterisiert sind. Nach Brehm (99) sind bei *Serpentarius* und den Tagraubvögeln die Weibchen im allgemeinen größer als die Männchen; bei den Straußen, dann den Gänsen, Störchen, Sturmvögeln und Hühnern, ferner bei den Krähen und Racken, sind die Weibchen kleiner. Bei vielen bäumebewohnenden Formen, so Nachtraubvögeln, Papageien, Tauben, Kuckuckarten und Singvögeln sind die Männchen und Weibchen annähernd gleich groß; dasselbe gilt auch für die Schwalben und Tauchvögel. Im allgemeinen ist zwischen den männlichen und weiblichen Vögeln selten ein bedeutender Größenunterschied bemerkbar.

Über den Skelettbau ist folgendes zu bemerken. Sellheim (124) hat eine Reihe von Messungen publiziert, aus denen die zwischen den Skeletten von Hahn und Henne bemerkbaren sexuellen Differenzen ersichtlich werden. Bei der Annahme der gleichen Wirbelsäulelänge finden wir, daß das Ilium beim Hahn relativ klein ist: der Körper ist beim Hahn im allgemeinen schmäler als bei der Henne, was sich in der Schmalheit des rückwärtigen Teiles des Thorax, der Schmalheit des Sternum, der Schmalheit des Sacrums und der Querdistanz der unter dem Acetabulum liegenden Beckenelemente zu erkennen gibt, außerdem ist aber der hintere Teil des Brustkorbes beim Hahn auch niedriger als bei der Henne und gleichzeitig, wie aus dem geringeren sterno-sacralen Abstand hervorgeht, auch bedeutend kürzer. An den vorderen Extremitäten läßt sich beim Hahn nur eine Verkürzung der Ulna bemerken. die Hinterextremität des Hahnes ist nach Sellheim durch relativ langen Metatarsus und kürzere Zehen charakterisiert.

Selbst bemerkte ich am Material des Wiener Hofmuseums folgendes: Bei *Apteryx* (17 Exemplare) ließen sich im Skelettbau keine wesentlichen Unterschiede konstatieren, doch waren die Weibchen beträchtlich größer, bei *Struthio* (4 Ex.) waren es hingegen die Männchen, und es war im letzteren Falle zwischen beiden Geschlechtern auch insoferne ein Unterschied bemerkbar, als der größte Abstand der Pubisäste voneinander beim Weibchen bedeutend weiter hinten lag als beim Männchen. Die Dimensionen der untersuchten Skelette zeigten recht bedeutende, wohl individuelle Verschiedenheiten in den Proportionen. Vom großen „Säger" wurden 5, vom kleinen 2 Exemplare untersucht: alle haben das gemeinsam, daß der Abstand der Acetabula voneinander beim Männchen kleiner ist als beim Weibchen, und dasselbe ist scheinbar bei der Schellente der Fall. Beim Auerhahn (4 Ex.) sind in dem Becken keine Differenzen vorhanden.

Recht große Differenzen zeigen zwei Skelette von *Rhynchotus fasciatus* ♂ und ♀, ob aber die in diesem Falle bemerkbaren Differenzen stets konstant sind, muß erst die Zukunft lehren; auch in diesem Falle war das Männchen schmäler als das Weibchen.

Beim Lappentaucher (3 Ex.) und beim Mäusebussard (3 Ex.) konnte ich bisher im Skelettbau keine Unterschiede feststellen; über die Differenzen im Baue des Sternums verschiedener Vögel soll demnächst im Anatom. Anzeiger eine eigene Notiz erscheinen. Die relative Länge von Sternum und Ilium, ferner von Femur und Tibia scheint vom Geschlechte des Individuums nie beeinflußt. Ob die Länge aller dieser Elemente im Verhältnisse zur Wirbelsäule auch bei anderen Vögeln, wie beim Huhn, schwankt, müssen spätere, auf reichlicherem Material basierende, Messungen zeigen. Nach den bisherigen Erfahrungen scheint dies höchst wahrscheinlich. Im allgemeinen sehen wir, daß sich daher im Skelettbau der Vögel, wenn auch nicht sehr ausgeprägte, so doch deutliche sexuelle Differenzen mehrfach nachweisen lassen. Die Sterna von *Accipiter nissus* sind so verschieden, daß ein Paläontologe für sie unbedenklich verschiedene Arten aufstellen würde.

Die sekundären Geschlechtsmerkmale der Reptilien sind von Darwin (**105**) und Werner (**128**) zusammengestellt worden.

Bei den meisten Schildkröten sind die Weibchen größer und breiter als die Männchen, bei den Lacertiliern sind hingegen Kammerer (**115**) zufolge die Weibchen in der Regel kleiner.

Beim *Hatteria*-Männchen ist der Rückenkamm größer als beim Weibchen, und ganz allgemein läßt sich auch bei den Lacertiliern beobachten, daß die mannigfachen Rückenkämme, dann auch die Caudalkämme, Kehlsäcke und Hörner, sofern überhaupt vorhanden, bei den Männchen stets stärker sind als bei den Weibchen. Manches *Chamaeleon*-Männchen ist durch Knochenprotuberanzen des Schädels charakterisiert (**105**). Die Extremitäten sind bei den Weibchen der Lacertilier kürzer als bei den entsprechenden Männchen, der Körper ist hingegen bei den Männchen mehr gedrungen und kürzer, bei den Weibchen aber mehr gestreckt. Daß sich im Bau der Schwanzwirbel der männlichen und weiblichen *Heloderma*-Individuen erheblich Differenzen nachweisen lassen, darauf hat Boulenger (**98**) gewiesen.

Vergleichen wir mit allen diesen Angaben das, was wir bei den Ornithopoden konstatiert haben, so sehen wir, wie der kürzere Processus pseudopectinealis gut dem kürzeren sterno-sacralen Abstande der Hühner und dem kürzeren Körperbau der männlichen Lacertilier entspricht; die relative Kleinheit des Iliums mancher Ornithopoden findet ihr Analogon bei den Hähnen, und die geringere Anzahl der Sacralwirbel der Ornithopoden vom gedrungenen Beckentypus hängt wohl offenbar mit der Kürze des Iliums zusammen. Über die Beckenbreite der verschiedenen Dinosaurier sind

wir leider nicht hinlänglich orientiert. So wie bei den Dinosauriern des gedrungenen Beckentypus findet sich eine Ornamentik des Schädels und des Rückens bei den männlichen Rhynchocephalen, Lacertiliern und dann auch bei verschiedenen Vögeln wieder.

Bei *Kritosaurus* sind zwar höhere Neurapophysen mit einem nicht ornamentierten Schädel und bei *Claosaurus* ein kurzes Ilium mit einem gleichfalls nicht ornamentierten Schädel vereint, bisher ist aber in keinem Falle ein gestrecktes, also nach unserer Auffassung weibliches Becken mit einem ornamentierten Körper angetroffen worden.

Der merkwürdigste Charakterzug der Dinosaurier mit gekürztem Becken ist jedenfalls der Ischiumhammer; er findet sich bei *Camptosaurus dispar* und *Hypacrosaurus*. Seine Natur läßt sich vielleicht am ehesten durch Studien am Vogelbecken bestimmen.

Eine ausgiebige Berührung der Ischia in der Mittellinie des Körpers, so wie bei *Saurolophus* und *Hypacrosaurus*, ist unter den Vögeln nur bei *Rhea* (**107**) zu konstatieren, und zwar entspringt in diesem Falle am distalen, ventralen Teile der langen, wie Mehnert (**117**) betont, dorsal vom Intestinaltract liegenden Symphysis ischiadica der Musc. retractor penis (**109, 110**). Bei *Struthio*, wo so eine Symphyse fehlt, inseriert dieser Muskel an den beiderseitigen distalen und ventralen Enden des Ilium (**108**), wo wir bei den Männchen abwärts gerichtete Haken finden. Bei *Casuarius* und bei *Dromaeus*, wo Ansätze zu einer Symphyse vorgebildet erscheinen, sollen die Verhältnisse ähnliche sein wie bei *Rhea*. Wie sich in diesem Punkte *Apteryx* verhält, ist derzeit noch unbekannt — wahrscheinlich wie *Struthio*.

Es scheint erwähnenswert, daß die Ratitae alles Vögel sind, die einen wohlentwickelten, durch Muskeln am Becken befestigten Penis haben. Die Länge der Straußen-Penis beträgt im erigierten Zustande 40 cm.

Bei *Anas* sind nach Liebe (**116**) zwei Paar Retractores penis vorhanden, von denen sich der eine, allerdings sehr reduzierte, gleichfalls am Hinterrande des Ischium befestigt. Sonst hängt die geringe Entwicklung der Penismuskeln offenbar mit der bei den meisten Vögeln bemerkbaren Reduktion der Penis zusammen.

Das Zusammenvorkommen des Ischiumhammers mit den sexuellen Ornamenten der Ornithopoden läßt es naheliegend erscheinen, ihn als Ansatzstelle des Musc. retractor penis zu deuten, denn daß das Ischium von *Hypacrosaurus* und *Trachodon* dorsal vom Tractus intestinalis lag, wird aus seiner Richtung erkennbar; bei *Iguanodon* war dies allerdings noch nicht der Fall. Den Ischiumhammer funktionell mit der Symphyse der Schambeine von *Struthio* und *Archaeopteryx* (**130**) gleichzustellen, scheint gewagt.

Über die Ansatzstelle des Protractor penis fehlen uns vorläufig bei den Dinosauriern die notwendigen Daten. Ich erwähne,

daß die Protractores bei *Struthio* am distalen und ventralen Ende des Sacrums entspringen.

Bei den Krokodiliern, die wir ja bei der Untersuchung von Dinosauriern auch nicht außer acht lassen dürfen, befestigen sich nach Voeltzkow (129) die dicken, plattenartigen Schenkel der männlichen Rute an den Ischia neben ihrer Symphyse. Auf die prinzipielle Ähnlichkeit des Straußenpenis mit jenem der Krokodilier ist bereits mehrfach hingewiesen worden. Dafür, daß die Dinosaurier einen wohlentwickelten Penis hatten, spricht das Vorkommen des Penisknochens von *Diplodocus.* Über diese Tatsache habe ich mich schon seinerzeit geäußert (118), was seither gegen meine Deutung des fraglichen Knochens, dessen Natur Tornier (126) zufolge als „minderwertiger Knorpelknochen" sicher feststeht, von Holland (112) und Abel (97) vorgebracht wurde, nämlich erstens seine Asymmetrie und zweitens seine individuelle Variabilität, fällt gar nicht in Betracht, denn einerseits sind ja gerade die Corpora fibrosa der Vögel, mit denen der fragliche Knochen verglichen werden muß, höchst asymmetrisch, und außerdem läßt sich, wie ich durch das Sezieren mehrerer Kadaver von *Rhea* feststellen konnte, auch bei *Rhea* eine ungemeine Variabilität des Corpus fibrosum konstatieren. Vielleicht gibt sich einmal Gelegenheit, die Zeichnungen zu publizieren. Die individuell verschieden stark ausgeprägte Rotation, die sich, wie Holland (112) gut betont, am sog. Penisknochen von *Diplodocus* konstatieren läßt, ist gleichfalls nur durch einen Vergleich mit dem schraubenartig gedrehten Vogelpenis zu verstehen, und sie spricht, wie Tornier zeigt, ganz entschieden dagegen, daß wir in dem fraglichen *Diplodocus*-Knochen ein bilaterales Organ, etwa wie Abel (97) meint, eine Halsrippe oder eine Clavicula zu erkennen haben. Das Argument Holland's (112), daß der fragliche Knochen deshalb kein Penisknochen sein könne, weil kein rezentes Reptil einen Penisknochen habe, kann überhaupt nicht ernst genommen werden. Die schwache Verknöcherung aller Sternalteile bei *Diplodocus* und die verschiedene Gestalt der beiden Stücke spricht endlich gegen seine Deutung als Episternum (126). Die Annahme Tornier's (126), daß der eine der beiden fraglichen Knochen post mortem deformiert worden wäre, läßt sich nicht beweisen.

Alles resumierend, sehen wir zwischen einzelnen in bezug auf ihr Geschlecht unbekannten Dinosauriern und rezenten männlichen und weiblichen Vögeln und Reptilien eine ganze Reihe sehr erheblicher, bei den Dinosauriern freilich viel stärker ausgeprägter Parallelismen, die sich in der Ornamentik des Schädels und der Wirbelsäule und in der Kürzung des Rumpfes äußern. Als Resultat unserer Untersuchungen können wir mit ziemlicher Sicherheit *Iguanodon Mantelli, Camptosaurus dispar, Saurolophus Osborni, Hypacrosaurus altispinus, Corythosaurus casuarius* als männliche, *Iguano-*

don bernissartensis, Camptosaurus depressus, C. Browni und *Trachodon* jedoch als weibliche Dinosaurier bezeichnen. *Claosaurus* ist möglicherweise auch ein allerdings sexuell nicht verziertes Männchen.

Die Zugehörigkeit der einzelnen männlichen Formen zu den weiblichen läßt sich bei den Trachodontiden und Camptosauriden leider noch nicht feststellen, bei den Iguanodontiden ist sie jedoch bereits gut erkennbar; statt *Iguanodon bernissartensis* Dupont haben wir in Zukunft *I. Mantelli* Owen ♀ zu schreiben.

Auf jeden Fall läßt sich erkennen, daß Brown's (**104**) Einteilung der Trachodontidae in Trachodontinae und Saurolophinae nicht befriedigt; es scheint vielmehr richtig, *Orthomerus* und *Kritosaurus* in eine Unterfamilie „Protrachodontidae" zusammenzufassen und den „Trachodontidae" mit den Formen *Saurolophus* ♂, *Hypacrosaurus* ♂, *Corythosaurus* ♂, *Trachodon* ♀, *Hadrosaurus* ♀ und *Claosaurus* gegenüberzustellen. Von den Protrachodontidae unterscheiden sich die Trachodontidae leicht und auffällig durch das stark verlängerte Prämaxillare. Die im ersten Teile dieser Notizen provisorisch angenommene Einteilung der Ornithopoden ist diesen Beobachtungen entsprechend zu verändern.

Die casuarartige Helmzier des *Corythosaurus* weist darauf, daß hier wieder, wie so oft bei den Dinosauriern, latente Homoplasie im Spiel ist. Auf das hahnenkammartige Ornament von *Ceratosaurus* habe ich schon früher gewiesen (**120**), jetzt möchte ich die Aufmerksamkeit auf die auffallenden nasalen und supraorbitalen Rauhigkeiten des *Tyrannosaurus*-Schädels lenken, denn auch diese weisen auf Hautlappen oder Verhornungen, nicht aber, wie Osborn (**121**) meint, auf kräftige Muskulatur, denn sie befinden sich an Stellen, wo normalerweise keine Muskeln inserieren. Auch die stark verlängerten Neurapophysen von *Hypacrosaurus* finden ihr Analogon unter den Theropoden bei *Spinosaurus*, und die Möglichkeit, daß sie als Sexualornament aufzufassen sind, ist schon von Stromer (**125**) in Betracht gezogen worden. Die Differenzen der Scapula des *Iguanodon*-Männchens und *Iguanodon*-Weibchens finden sich endlich bei *Struthiosaurus* (**123**) wieder und ermöglichen es uns, in *Str. Pawlowitschi* var. *lepidophorus* das Männchen von *Str. Pawlowitschi* (**120**) zu erkennen.

Literatur.

(**97**) Abel: Die Rekonstruktion des *Diplodocus*. Abhandl. K. K. Zool. Botan. Gesellschaft, Wien. 1910.

(**98**) Boulenger: Osteology of *Heloderma*. Proc. Zool. Soc. London 1891.

(**99**) Brehm: „Das Tierleben": Vögel. **1**—**4**. Leipzig 1913.

(**100**) Brown: The cretaceous Ojo Alamo Beds. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1910.

(**101**) — A crested Dinosaur from the Edmonton cretaceous. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1912.

(102) Brown: The Skeleton of *Saurolophus*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1913.
(103) — A new Trachodont Dinosaur, *Hypacrosaurus*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1913.
(104) — *Corythosaurus casuarius*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1914.
(105) Darwin: The descent of man etc. 2. London 1871.
(106) Dollo: Première note sur les Dinosauriens de Bernissart. Bull. Mus. roy. hist. nat. Bruxelles 1882.
(107) Fürbringer: Morphologie und Systematik der Vögel. Amsterdam 1888.
(108) Gadow: „Vögel" in „Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches". Leipzig 1891.
(109) Gerhardt: Morphologische und biologische Studien über Kopulationsorgane der Säugetiere. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. 1905.
(110) — Zur Morphologie der Vogelpenis. Zoolog. Anzeiger. 1914.
(111) Gilmore: Osteology of the Jurassic reptile *Camptosaurus*. Proc. U. S. Nat. Museum. Washington 1909.
(112) Holland: Osteology of *Diplodocus*. Mem. Carneg. Museum. Pittsburg 1905.
(113) v. Huene: Die Zweistämmigkeit der Dinosaurier. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXV.
(114) Hooley: On the discovery of Remains of *Iguanodon Mantelli*. Geolog. Mag. 1912.
(115) Kammerer: Vererbung erzwungener Farbeveränderungen. Archiv f. Entwicklungsmechanik. 1910.
(116) Liebe: Das männliche Begattungsorgan der Hausente. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. 1914.
(117) Mehnert: Über Ratitenbecken. Verhandl. Anatom. Gesellschaft. 16. Versammlung, 1902.
(118) Nopcsa: Remarks the supposed Clavicle of the Sauropodous Dinosaur *Diplodocus*. Proc. Zool. Soc. 1905.
(119) — Über Geschlechtsunterschiede bei Dinosauriern. Dies. Centralbl. 1915.
(120) — Die Dinosaurier der siebenbürgischen Landesteile Ungarns. Jahrb. Geol. Reichsanstalt. Budapest 1915.
(121) Osborn: Crania of *Tyrannosaurus* and *Allosaurus*. Mem. Amer. Mus. Nat. Hist. 1912.
(122) — Integument of the Iguanodont Dinosaur *Trachodon*. Mem. Amer. Mus. Nat. Hist. 1912.
(123) Seeley: Fossil Reptiles of the Gosau formation. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1881.
(124) Sellheim: Kastration und Knochenwachstum. Hegar, Beiträge zur Geburtshilfe und Gynäkologie. Leipzig 1899.
(125) v. Stromer: Ergebnisse der Forschungsreisen Stromer's. II. Wirbeltierreste der Baharije-Stufe. 3. Teil. Abhandl. Bayer. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Klasse. 1915.

(126) Tornier: Über und gegen neue *Diplodocus*-Arbeiten. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. 1910.

(127) Van den Broeck: Les dépôts à Iguanodons de Bernissart. Bull. Soc. géol. Palaeont. hydrolog. 1900.

(128) Werner: Über sekundäre Geschlechtscharaktere der Reptilien. Biolog. Centralbl. **15**.

(129) Voeltzkow: Biologie und Entwicklung der äußeren Körperform von *Crocodilus*. Abhandl. Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch. Frankfurt. **26**. Heft 1. 1899.

(130) Woodward: On the developement from the matrix of further parts of the Skeleton of the *Archaeopteryx*. Geol. Mag. London 1917.

Miscellanea.

Preisaufgabe des Vulkan-Instituts für das Jahr 1917/18: Die Bedingungen für das Zustandekommen von Systemen regelmäßig angeordneter Spalten in festen Krusten sollen experimentell untersucht werden.

W. L. Green hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Hauptausbruchsstellen der Hawaiischen Inseln in regelmäßigen Abständen angeordnet sind. Er sprach die Vermutung aus, daß diese Ausbruchsstellen den Schnittpunkten mehrerer sich unter 60^0 schneidenden Spalten entsprächen und daß der Abstand der Spalten gleich der Dicke der festen Erdkruste sei.

Diese Vermutung ist bisher unbewiesen; eine Betrachtung anderer Vulkangebiete lehrt, daß auch an andern Stellen ähnliche regelmäßige Abstände der Vulkanzentren vorkommen. Doch schwankt die Größenordnung dieser Abstände zwischen weiten Grenzen. Insbesondere kommen auch kleinere Gebiete mit regelmäßiger Anordnung der Vulkanzentren in sehr geringen Abständen vor. Als Beispiel erwähnen wir die Phlegräischen Felder bei Neapel, wo der Abstand von einem Vulkanzentrum zum nächsten 2 km beträgt. Hier liegen die verschiedenen Ausbruchspunkte anscheinend alle über demselben ziemlich oberflächlichen Lakkolithen.

Es liegt daher die Vermutung nahe, daß diese Abstände tatsächlich eine Funktion der Krustendicke seien.

Die Frage sollte in verschiedener Weise weiter verfolgt werden:

1. Zunächst ist es eine interessante Aufgabe, die Anordnung der einzelnen Vulkanzentren in möglichst vielen Gebieten genau auf das Vorkommen solcher Regelmäßigkeiten zu prüfen. Leider kann diese Prüfung nicht an Hand des vorhandenen Kartenmaterials in der Studierstube ausgeführt werden. Ohne genaue Kenntnis der betreffenden Vulkangebiete wird es nicht möglich sein, gleichwertige primäre Vulkanzentren von sekundären und parasitären Eruptionszentren zu trennen.

2. Eine zweite Art, dem aufgeworfenen Problem näher zu kommen, ist die mechanische und physikalische Untersuchung über die Festigkeitseigenschaften und das Auftreten von Brüchen in starren, ausgedehnten Krusten. Diese Art der Untersuchung würde wohl zum Ziele führen, wenn die entsprechenden mechanischen Probleme rechnerisch gelöst werden könnten. Voraussetzung zum Gelingen dieser Lösung ist aber, daß alle nötigen physikalischen Konstanten, Bedingungen und Gesetze bekannt wären. Das ist aber leider nur sehr unvollkommen der Fall.

3. So erscheint der dritte Weg zur Lösung des Problems — das Experiment — als der aussichtsreichste. Über die Ausführbarkeit und Nützlichkeit geologischer Experimente braucht heute nicht mehr diskutiert zu werden. In vorliegendem Falle muß man, um der Frage näher zu kommen, die feste Erdkruste durch künstliche Krusten aus verschiedenem Material und von verschiedener Dicke darstellen. In Frage kommen namentlich Gips, Eis, Ton, Pech und Harze und Glas. Die Herstellung von Spalten kann auf verschiedene Weise erfolgen: Man kann die Kruste durch langsam ansteigenden Druck sprengen, man kann sie aber auch durch plötzlichen, mehr oder minder raschen Stoß zertrümmern (Hammerschlag, Explosion). In beiden Fällen kann der Angriff der sprengenden Kraft auf einen Punkt, resp. eine kleine Fläche oder auch auf eine Linie beschränkt sein oder aber auch auf eine große Fläche gleichzeitig wirken. Auch die Größe des Krümmungsradius im Verhältnis zur Krustendicke ist jedenfalls von Einfluß. Man sollte mit ganz ebenen, schwach gewölbten und stark gewölbten Krusten experimentieren. Auch sonst noch sind mannigfache Variationen der Bedingungen denkbar. Außer den für das vorliegende Problem zunächst in Betracht kommenden Wirkungen von unten hat natürlich auch eine seitliche Dilatation oder Kompression einen Einfluß auf die Entstehung der Spalten. Auch der Einbruch größerer Krustenstücke infolge mangelnder Unterstützung von unten ist in Betracht zu ziehen.

Auf Grund der vorstehenden Bemerkungen wird nun die Aufgabe gestellt, die Bedingungen für das Zustandekommen von Systemen regelmäßiger Spalten in festen Krusten zu untersuchen, namentlich soll die Abhängigkeit der Spaltenanordnung von der Dicke und den physikalischen Eigenschaften des Krustenmaterials, sowie von der Art der Krustensprengung festgestellt werden.

Die Untersuchung hat in erster Linie auf experimentellem Wege zu erfolgen. In zweiter Linie soll auch die mechanisch-physikalische Seite der Frage behandelt werden. Schließlich ist die Heranziehung geologischer Tatsachen — Verteilung von Vulkanen, Anordnung von Spalten und Gängen, Auftreten von Spalten in plattenförmigen Gebilden aller Art — auch willkommen. Wie weit die erhaltenen Resultate der Laboratoriumsexperimente für die

Erklärung und das Verständnis ähnlicher Erscheinungen der Erde verwertet werden können, soll kritisch untersucht werden.

Für die Ausführung der Preisaufgabe werden im ganzen Fr. 6000 ausgesetzt. Davon sollen Fr. 4000 für einen oder mehrere, höchstens drei Bewerber für die beste Arbeit oder für die besten Arbeiten ausgezahlt werden. Fr. 2000 können von den Preisrichtern schon während der Arbeit an einen oder mehrere Bearbeiter für die Bestreitung von Experimentalkosten bewilligt werden. Die Arbeiten sind mit einem Motto zu versehen; Name und Adresse des Verfassers sind in einem geschlossenen Umschlag, der das gleiche Motto trägt, mitzuteilen. Die Arbeiten sollen in Schreibmaschinenschrift in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache bis zum 1. Januar 1919 an die Stiftung Vulkaninstitut Immanuel Friedlaender in Schaffhausen (Schweiz) bei der Schaffhauser Kantonalbank, Schaffhausen, eingeliefert werden. Auch die unten genannten Preisrichter sind zur Entgegennahme bereit.

Die Prüfung durch das Preisrichterkollegium soll bis zum 1. Juli 1919 stattfinden.

Mit einem Preise ausgezeichnete Arbeiten werden Eigentum des Vulkan-Institutes und werden in der Zeitschrift für Vulkanologie oder in einem Ergänzungsbande derselben veröffentlicht. Arbeiten, bei deren Ausführung eine Subvention für die Experimentalkosten bewilligt wurde, nehmen an der Preisbewerbung teil, werden aber, auch falls sie keinen Preis erhalten, Eigentum des Institutes und können ganz oder teilweise in der Zeitschrift für Vulkanologie oder im Ergänzungsbande veröffentlicht werden.

Das Preisrichter-Kollegium besteht aus:

Prof. Albert Heim, Hottingerstraße 25, Zürich,
Prof. Karl Sapper, Herderstraße 28, Straßburg,
Prof. A. de Quervain, Gloriastraße 68, Zürich,
Privatdozent Ing. Bruno Zschokke, Adjunkt an der schweiz. Material-Prüfungsanstalt, Zürich,
Immanuel Friedlaender, Dolderstraße 90, Zürich.

Personalia.

Habilitiert: Dr. **B. Peyer** für Paläontologie und vergleichende Anatomie an der zweiten philosophischen Fakultät der Universität Zürich.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Kalksilikatgesteine im böhmischen Massiv.

Von Dr. **R. Sokol** (Pilsen).

Mit 7 Abbildungen im Text.

Von Kalksilikatfelsen wußte wohl schon E. Kalkowsky [1], indem er von „Amphiboliten" sprach, die in sehr kleinen oder auch größeren Lagen, aber dabei nur vereinzelt mit schnellem Übergang in das sie einschließende Glimmergestein, vorkommen und nur eine amphibolhaltende Varietät desselben darstellen.

F. Becke [2] beschreibt bei Altenburg einen Eklogit, der aus Granat, Hornblende (grün), Omphacit in etwa gleicher Menge und akzessorischem Apatit, Rutil und Feldspat (dem Anorthit ähnlich) besteht. Gegen den Gneis tritt eine feldspatreiche Varietät. Omphacit ist poikilitisch von Feldspat durchwachsen. Im Granulitgebiete gibt es fast feldspatfreie Eklogite. Die Augitgneise des Waldviertels sind aus einem nicht diallagartigen Augitmineral, Kalifeldspat oder Kalknatronfeldspat oder Skapolith, Hornblende, Quarz und Granat zusammengesetzt, in manchen kommt Calcit sehr reichlich vor. Ihre Mächtigkeit ist recht verschieden, z. B. bei Weißenkirchen einige Meter Länge und etwa 0,5 m Mächtigkeit, bei Rosenburg schwache Linsen, bei Gföhl aber konnten im Augitgneise ausgedehnte Schotterbrüche angelegt werden. Hornblende ist mit Pyroxen häufig in paralleler Verwachsung anzutreffen, ohne daß man deshalb an Uralitbildung zu denken hätte. Vielfach erscheinen dünne Schichten von Augitgneisen als eine Wechsellagerung mit gemeinem Amphibolit. Selbst die kleinsten, mitten im Gneis auftretenden Schichten von Augitgneis sind stets von einer winzigen (etwa 1 cm dicken) Amphibolithülle umgeben. Die größeren Linsen zeigen häufig eine konzentrische Anordnung. Die inneren Teile sind reich an Calcit, die äußeren an Skapolith, die äußersten an Feldspat. Augit ist aber gleichmäßiger verteilt.

[1] E. Kalkowsky, Über die Erforschung der archäischen Formation. N. Jahrb. f. Min. etc. 1880. I. p. 21.

[2] F. Becke. Die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels. Min.-petr. Mitt. 1882. p. 317 ff.

Manchmal bildet der Augitgneis eine Rinde um eine Linse von körnigem Kalk.

Später fanden F. Becke et cons.[1] Amphibolite, die die Neigung zeigen, sich zu plumpen Linsen zusammenzuballen. Augitgneislagen im Schiefergneis sind häufig in einzelne Stücke zerrissen, zu Linsen und Sphäroiden geformt. Das wiederholte Spaltenwerfen spricht gegen eine eigentliche Umschmelzung, es mußte aber doch eine ziemlich hohe Temperatur herrschen, da kein Chlorit und Epidot (d. h. an OH reiche Silikate) gebildet wurden.

E. Weinschenk[2] nennt zwar nicht ausdrücklich unsere Kalksilikatfelse, doch ist seine Ansicht interessant, daß dieselben die Zwischenbildungen darstellen, welche mindestens zum größten Teil den Gehalt an Kieselsäure, Tonerde etc. den Agenzien des Eruptivgesteins verdanken. Er hält die Kalksilikatfelse für anomale, sehr häufig auf die allernächsten Berührungsstellen des Eruptivgesteins und des Kalklagers beschränkte Bildungen. Er hebt die Unregelmäßigkeit ihrer Form, den Mangel an Schichtung und das oft nachweisbar gangförmige Auftreten hervor. Auch hat er sie in mehr oder minder reinen Marmoren gefunden. Gegenüber diesen Zwischenbildungen stellt Weinschenk Kalksilikatfelse, die aus ursprünglich stark verunreinigten, tonige und kieselige Bestandteile enthaltenden Kalken hervorgingen. Sie zeigen nach W. meist selbst im kleinen eine ausgesprochene Bänderung, die der ursprünglichen Schichtung entspricht, und weisen in ihrem häufig recht vielgemischten Mineralaggregate die chemische Zusammensetzung echter Sedimente, etwa der Mergel auf.

Im O des böhmischen Massivs hat K. Hinterlechner[3] eine innige Vergesellschaftung der Amphibolite mit Kalksilikatfelsen gefunden. Die geologische Erscheinungsweise der Amphibolite ist linsenförmig und lagerartig. Man findet ihre Lesesteine fast stets mit Kalksilikatlesesteinen, deshalb konnte Hinterlechner diese von jenen in der Kartendarstellung nicht trennen. Es gibt Übergänge zwischen pyroxenführendem Amphibolit und amphibolführendem Kalksilikatfels. Amphibolit enthält Amphibol, Feldspat (sehr frisch, geradlinig konturiert, oft Anorthit), Quarz (rein, von Flüssigkeitseinschlüssen frei), akzessorisch Granat (unregelmäßig), Zirkon, Titanit, Magnetit, Apatit, Pyroxen (farblos bis blaßgrün, ohne Pleochroismus, selten parallel mit Amphibol verwachsen). Kalksilikatfelse führen im Gegensatze zu den Amphiboliten wenig oder

[1] F. Becke, A. Himmelbauer, F. Reinhold und R. Görgey, Das niederösterreichische Waldviertel. Min.-petr. Mitt. 32. 1913. 29 ff.

[2] E. Weinschenk, Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Abh. bayer. Ak. Wiss. 22. 1906. 764 ff.

[3] K. Hinterlechner, Geologische Verhältnisse im Gebiete des Kartenblattes Deutschbrod. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien. 57. 1907. 115 ff.

gar keine Hornblende, sonst sind sie analog zusammengesetzt. In amphibolitischen Varietäten sieht man grüne Hornblende, Plagioklase, Quarz, blaßgrüne Pyroxene (Salit, Malakolith), Epidot (Zoisit), Titanit (mitunter in großer Menge), Granat, Apatit, Magnetit, primären Calcit. In pyroxenreichen Abarten kommt anstatt der Hornblende Granat, Skapolith, Lawsonit, Wollastonit und auch Biotit vor. HINTERLECHNER versucht eine Klassifikation der Kalksilikatfelse, indem er hornblende-, granat-, epidot-, biotit- und pyroxenführende Kalksilikatfelse und kalksilikatführende Quarzite unterscheidet.

Sehr eingehend wurden Erlanfelse aus dem Kontakte des mittelböhmischen Granitmassivs an Kalkstein bei Kocerady und Neveklov (südöstlich von Prag bei Benešov) von F. SLAVÍK[1] beschrieben. Bei den Kocerader Erlanen herrscht größtenteils eine porphyrische Struktur, in der Grundmasse aber eine Pflasterstruktur. Sie enthalten diopsidischen Pyroxen, grüne Hornblende, die basischsten Plagioklase, Zoisit (Klinozoisit), Granat (die beiden letzteren — und auch ein Teil von Hornblende — jünger und auf Kosten der Feldspate oder Pyroxen entstanden); akzessorisch: Idokras (mutmaßlich), Titanit, Quarz; sekundär: Chlorit, Epidot, Calcit. Die Neveklover Erlane kristallisierten in einer einzigen Phase. Pyroxenerlane besitzen eine deutliche Pflasterstruktur aus Pyroxen (der aber auch ein wenig idiomorph oder umgekehrt ziemlich unregelmäßig ist), Orthoklas, basischem Plagioklas (Labradorit), Titanit, Apatit, Aggregaten von sekundärem Aktinolith und Calcit in feinen Fülladern. Aus Pyroxenerlanen entwickeln sich allmählich Granaterlane, welche neben Granat ähnliche Gemengteile besitzen, dabei noch Zoisit, Idokras, Prehnit, Skapolith (nur stellenweise). Die Struktur ist allotriomorph, ausgenommen einen Teil von Pyroxenen und Titaniten. Granat entstand teilweise aus Pyroxenen und Feldspaten als Produkt der intensivsten Umwandlung. Hie und da nimmt die relative Menge des Quarzes und des Feldspates zu. Dicht am Kontakte stellte SLAVÍK einen biotitischen Hornfels fest, der als Hauptgemengteile Biotit, Orthoklas, malakolithischen Pyroxen und Quarz, als Akzessorien (nur örtlich) Skapolith und Oligoklas führt. Alle sind allotriomorph ausgebildet.

F. E. SUESS[2] beobachtete im Kontakte des Bittescher Gneises an den Kalk einen Orthoklas-Epidotschiefer, der auch mit calcitreichen Bänken wechselt oder auch den Kalk gänzlich

[1] F. SLAVÍK, Dva kontakty středočeské žuly s vápencem (Zwei Kontakte des mittelböhmischen Granits an Kalkstein). Verh. d. böhm. Ak. d. Wiss. 13. 1904. II. No. 12.

[2] F. E. SUESS, Die Beziehungen zwischen dem moldanubischen und dem moravischen Grundgebirge in dem Gebiete von Frain und Geras. Verh. geol. Reichsanst. Wien. 1908. p. 407.

vertritt. Das Gestein besitzt eine vollkommen geradlinige Paralleltextur und ist aus xenoblastischem Quarz und Orthoklas als Hauptgemengteilen, dann aus Oligoklas (oft mit basischen Reaktionsräumen gegen Calcitkörner), grüner Hornblende (Körner oder schmale Säulen), Epidotmineralien, Augit (farblos), Biotit, Titanit, Zirkon, Apatit als Neben- und Übergemengteilen zusammengesetzt.

Im nördlichen Böhmerwalde deutete W. v. Luczizky[1] die von Gümbel als Syenitgneise genannten lagenförmigen Massen abweichenden Charakters, die in Granatfelse und Kalksteine übergehen, als Tuffe der effusiven Fazies der Diabase. Er behauptet, daß von Gesteinen mit typischer Gabbrostruktur eine ununterbrochene Reihe von Übergängen zu Granatamphiboliten existiere, die mit Zunahme von Quarz und Kalkspat einen sedimentogenen Charakter annehmen. Daraus folgert v. Luczizky, daß tuffartige Bildungen mit Sedimenten zur Bildung der Amphibolite beitrugen. Die Granatamphibolite hält er für kontaktmetamorph umgewandelte Gabbrogesteine. Die „Tuffe“ wechsellagern mit Gneis und enthalten Oligoklas, Oligoklasalbit (von Tremolitfasern erfüllt), Skapolith, Diopsid (auch mit Tremolitfasern), grüne Hornblende und Calcit.

Fig. 1.

Fig. 1. Erlane (schwarze Dreiecke) im östlichen Oberpfälzer Walde. *B G* Biotitgneis mit Einlagerungen von Orthogneis, Diorit und Aplit, *O G* Orthogneis mit Einlagerungen von Biotitgneis, Diorit und Aplit, *Q* der böhmische Pfahl, *G G* Glimmerschiefergneis mit Amphibolit und Gabbro, *G* Granit.

Im O des Oberpfälzer Waldes, besonders im Čerchovgebirge, fand ich vielerorten (schwarze Dreiecke in Fig. 1) erlanartige Gesteine von einer bunten Zusammensetzung.

1. Grub, im Waldwege anstehend. Quarz (70 %), Albit (sekundär) mit Paragonit, Granat (4 %), diopsidischer Pyroxen, Apatit, Zirkon, Titanit, Magnetit, Pyrit.

[1] W. v. Luczizky, Petrographische Studien zwischen Erbendorf und Neustadt an der Waldnaab (Oberpfalz). Dies. Centralbl. 1904. p. 577 ff.

Daselbst etwas südlicher. Quarz (60 %), diablastisch mit Andesin verwachsen, sonst wie oben, aber anstatt des Granats und Pyroxens Biotit; im Quarz sitzt Rutil.

2. Am Brand, Punkt 680 im WNW von Furth i. W. anstehend, dem Gneise konkordant eingelagert. Quarz (40 %), basischer Plagioklas $Ab_1 An_3$ (38 %); Pyroxen (15 %), Granat (5 %), Titanit, Pyrit.

3. Wutzmühle, ähnlich anstehend. Basischer Plagioklas verwandelt sich in Zoisit und Calcit, Pyroxen, Quarz (stellenweise angehäuft), Titanit, Apatit, Zirkon, Erz. Im Kontakte kommt Orthoklas und Mikroklin vor. Dichte 2,930.

4. Schafberg 558 m, anstehend. Quarz (50 %), gelappter Labrador $Ab_2 An_3$, Biotit (auch durch Amphibol vertreten), Apatit, Titanit. Streifen von der Zusammensetzung wechseln mit anderen, die in Zoisit verwandelte Feldspate, Albit, Granat und weniger Quarz führen. In der Nähe des Kontaktes nimmt im Erlan Granat ab, Biotit und Quarz nehmen zu, die Feldspate sind weniger basisch.

5. Im SW von Unter-Vollmau, Lesesteine. Pyroxen (40 %), Labrador $Ab_{51} An_{49}$ (30 %), Quarz (25 %). Pyroxen bildet unregelmäßig gelappte Körner, Feldspat ist kurz säulenförmig, scharf dünn lamelliert. Titanit zeigt deutlichen roten Pleochroismus.

6. Unter-Vollmau, Punkt 664, Lesesteine. Pyroxen, Labrador-Bytownit $Ab_{36} An_{64}$, Quarz, Titanit, Pyrit. Dichte 2,867.

Am Kontakte ist Quarz lagenförmig angeordnet, auch im Feldspat poikilitisch entwickelt. Feldspat gehört der Mischung $Ab_{43} An_{57}$ an. Plötzlich nimmt die Menge des Biotits zu, zugleich vermehrt sich Erz und Titanit, Feldspat nimmt aber ab.

7. Daselbst im NO vom Punkt 664 (Isohypse 600), Lesesteine. Quarz (60 %), Labrador-Bytownit $Ab_{26} An_{74}$ (30 %), Biotit (4 %), Amphibol (2 %), Apatit, Erz, Granat, Muscovit, Zirkon, Titanit, Rutil. Dichte 2,641.

8. Čerchov, Punkt 1039, anstehend. Quarz (50 %), Labradorit mit Paragonit (30 %), grünlicher Pyroxen mit Spuren von grünlichem Pleochroismus und mit Übergängen in farblosen Chlorit; Pyrit (3 %), Titanit und Calcit.

9. Pískavá smouha (Punkt 739 im ONO von Čerchov), aufgeschlossen. Das Gestein scheint aus annähernd konzentrischen Schichten zusammengesetzt zu sein. Es wechseln Schichten aus Quarz und Feldspat (je 50 %) mit solchen aus diopsidischem Pyroxen (50 %), Labrador $Ab_{34} An_{66}$ (30 %), Quarz (15 %) und Amphibol (5 %). In beiden sind gewöhnliche Nebengemengteile (Titanit, Apatit, Erz) vorhanden, dabei auch runde, farblose Vesuviane (?).

10. Pec (Hochofen), Lesesteine, mittelkörnig (bis 3 mm). Quarz (40 %), Labradorit (30 %), Amphibol (20 %) mit malako-

lithischem Pyroxen, Granat (8 %), Apatit, Titanit, Zirkon, Erz, Zoisit. Dichte 2,87.

11. Daselbst im Waldwege gegen Čerchov. Lesesteine von einer ähnlichen Zusammensetzung, aber ohne Pyroxen und Granat. Der Feldspat ist $Ab_{32}\,An_{68}$. Pyrit, Titanomorphit. Aktinolith.

12. Daselbst dicht am Rande der Rovina (Eben), Lesesteine. Neben dem basischen Plagioklas kommt auch Oligoklas vor. Im Kontakte stellen sich Biotit, Granat, basische, von Quarz durchlöcherte Feldspate ($Ab_{36}\,An_{64}$ — $Ab_{17}\,An_{83}$) ein.

13. Daselbst in einem tiefen Waldwege, der vom Filipsweg gegen Čerchov führt. Lesesteine auf 6 Fundorten unterhalb und auf 3 Fundorten oberhalb des Granititsausbisses. Überall Quarz im Übergewicht, oft pflasterförmig, Amphibol netzartig ausgebildet, sehr basische Plagioklase, Pyrit, Ilmenit, Titanit, Apatit, Zirkon. Die Feldspate sind auch saussuritisiert. Selten kommt ein farbloser Pyroxen vor. Im Quarze beobachtet man korundähnliche Interpositionen.

14. Chodovská skála (Punkt 937 westlich Pec), ein kleiner Block. Quarz (70 %), Granat (19 %) in zwei Generationen (5 mm großer ziemlich selten, 0,2 mm großer recht häufig), Titanit, Pyrit, Pyroxen.

15. Teufelsbrücke bei Waldmünchen, aufgeschlossen. Quarz (35 %), Bytownit $Ab_1\,An_3$ (35 %), Pyroxen (28 %), Erz und Titanit. Alle Gemengteile (Fig. 2) sind xenomorph und ziemlich gleich groß (0,2 mm). Gneis im Kontakte ist zwar feinkörniger, aber enthält dieselben Gemengteile wie in der Umgebung: Oligoklas $Ab_{72}\,An_{28}$, Quarz, Biotit, Sillimanit, Cordierit, Apatit.

16. Sofienthal, anstehend. Quarz (50 %), netzartiger Pyroxen (9 %) auch durch Granat vertreten, sehr basischer Plagioklas (40 %), akzessorischer Amphibol (braungrün, xenomorph), Pyrit, Titanit.

17. Zwischen Haselbach und Nepomuk bei der Straße (Profil 154,4 km), ein 80 cm langer Block. Quarz, Biotit und Amphibol (je 25 %), basischer Plagioklas $Ab_1\,An_1$ — An, Erz (1 %). Zwischen größeren Quarzkörnern (1 mm) bilden kleinere Feldspatkörner (0,1 mm) eine Art von Mosaik.

18. Nepomuk, Gasthaus, anstehend. Quarz (40 %), Feldspat (40 %), Amphibol (18 %). Feldspat ist sehr basisch, im Schnitte $\perp \alpha$ beträgt die negative Auslöschungsschiefe gegen 010 den ausnahmsweise hohen Wert 41°. Zoisit, Apatit, Pyrit, Calcit, Titanit, Rutil.

19. Daselbst im S des Dorfes. Mittelkörnige Lesesteine. Amphibol, Labrador $Ab_{47}\,An_{53}$, Quarz (auch poikilitisch im Feldspat), Zirkon, Ilmenit, Apatit, Rutil. Titanit fehlt. Dichte 2,80.

20. Výhledy, im Steinbruche zwischen Kilometerstein 150,8 und 150,6 aufgeschlossen. Quarz (45 %), Labrador $Ab_{36}\,An_{64}$, Amphibol (8 %), Biotit (4 %), Erz, Apatit, Titanit, Rutil, Granat und Vesuvian (?). Poikilitischer Quarz im Feldspat ist sehr fein-

körnig (bis einige hundert Körner in einem Feldspatkorn). Einzelne Lagen bestehen nur aus Quarz oder aus Quarz mit Feldspat, sie wechseln mit Amphibolschlieren (Fig. 3). Bei der Peripherie des



Fig. 2. Erlan, Teufelsbrücke bei Waldmünchen. Quarz (punktiert), Pyroxen (mit Spaltrissen), Feldspat (mit Zwillingslamellen, sonst leer). Vergr. 26.

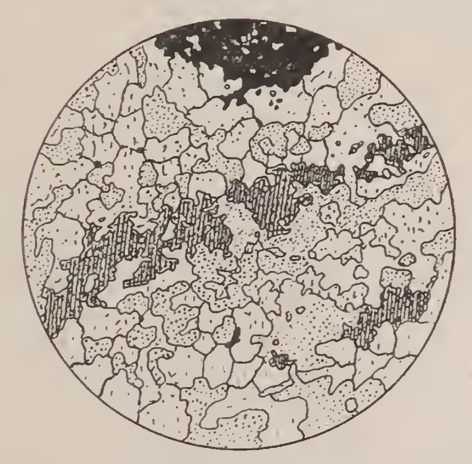


Fig. 3. Erlan, Výhledy bei Nepomuk. In einer aus Quarz und Feldspat zusammengesetzten Grundmasse liegen Amphibolstreifen (gestrichelt) und Granatskelette (schwarz). Vergr. 16.

Ganges liegen 3 mm große Granate. Nur stellenweise kommt ein netzartiger Pyroxen (mit Amphibol verwachsen) vor (Fig. 4). Quarz und Feldspat bilden eine Pflasterstruktur (Fig. 5).

21. Kleneč (Klentsch), Lesesteine. Granat (50%), Quarz (40%), Erz (8%), Pyroxen, Calcit und Chlorit.

22. Nový Postřekov (Neu-Possigkau), Lesesteine. Quarz (40%), Bytownit (35%), Amphibol (20%), Apatit, Titanit, Titanomorphit, Zirkon.



Fig. 4. Erlan, Výhledy bei Nepomuk. Die Form des diopsidischen Pyroxens (in der Mitte) ist ganz unregelmäßig. Vergr. 42.

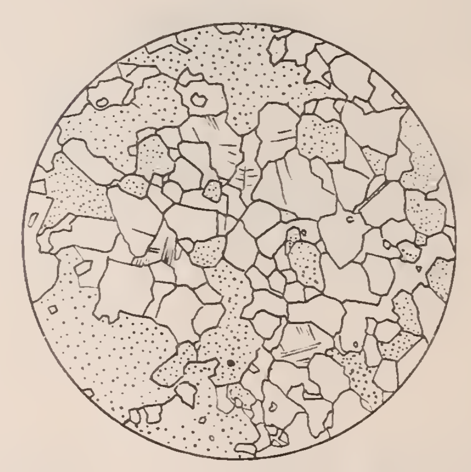


Fig. 5. Derselbe Erlan. Quarzfeldspatmosaik zwischen grobkörnigen Quarzstreifen. Vergr. 42.

23. Tyrolka (Tiroler Felsen), anstehend. In lichteren Streifen Quarz (50%). Labrador $Ab_{38}\,An_{62}$ (30%), Pyroxen (5%), Erz (5%). In dunkleren Streifen nimmt Pyroxen die Stelle des Quarzes ein.

Im Kontakte stellt sich Biotit ein, die Feldspate werden mit Quarz durchlöchert. Akzessorischer Titanit, Zirkon, Granat. Dichte 2,853.

24. Linz, Lesesteine. Quarz (50 %), Anorthit (40 %), diopsidischer Pyroxen (5 %), Granat in zwei Generationen (große Skelette, kleine kompakte Körner), Titanit, Apatit, Erz, Zoisit, Epidot.

25. Daselbst, im Walde nördlich vom Dorfe, Lesesteine. Quarz (70 %), Labrador $Ab_2 An_3$ (20 %), grüner Amphibol (2 %), Granat (2 %), Titanit, Apatit, Zirkon. Es wechseln granat- und feldspathaltende Streifen von größerem Korn mit einer fast feldspatfreien amphibolhaltenden Masse.

26. Gückersberg, Lesesteine. Quarz (50 %), Labrador $Ab_{33} An_{67}$, diopsidischer Pyroxen (10 %), Amphibol (2 %), Titanit.

27. Neu-Gramatin (Kramolin), aufgeschlossen (Punkt 562). Quarz (40 %), Labrador-Bytownit $Ab_{28} An_{72}$ (30 %), idiomorpher Granat (15 %), zersetzter Amphibol, Titanit, Apatit, Erz. Feldspat ist reihenweise angeordnet, oft in Stücke zerrissen, die voneinander hinweggeschoben wurden. Dichte 2,854.

28. Steinbruch (Punkt 561) bei Schüttwa, Lesesteine am Ostabhange. Quarz (80 %), Andesin $Ab_3 An_2$ (7 %), Amphibol (7 %), Erz (3 %), Apatit, Granat, Rutil, Zoisit, Chlorit. Dichte 2,652, lichte Abart 2,65.

Übersicht der Dichte: Mausberg (7) 2,641, Schüttwa (28) 2,65—2,652, Pískavá smouha (9) 2,723, Výhledy (20) 2,760, Nepomuk (19) 2,80, Tyrolka (23) 2,853, Neu-Gramatin (27) 2,854, Unter-Vollmau (6) 2,867, Pec (10) 2,87, Wutzmühle (3) 2,930. Durchschnitt 2,788.

Was die Struktur anbelangt, so ist sie im allgemeinen entweder fast pflasterförmig (Fig. 5), oder mehr oder weniger poikilitisch (Quarz im Feldspat, Feldspat im Amphibol); es wird oft eine Art von Paralleltextur beobachtet, besonders die Quarze sind lagerartig angeordnet. Quarzarme Streifen wechseln mit quarzreichen, auch mit reinem körnigen Quarz. Es kommt flaserige Ausbildung vor, indem biotithaltige Streifen mit amphibol- und pyroxenhaltigen und mit solchen, die nur aus Quarz oder einem Quarzfeldspatgemenge bestehen, wechseln. Gröbere Masse mit großen Granaten und Feldspaten geht in eine sehr fein (mit Amphibolstreifen) gebänderte über, die fast feldspatlos ist. Die Bänder winden sich auch um größere Granaten. Quarzkörner können lappige Umrisse aufweisen, was ebenso vom Amphibol, Feldspat und Pyroxen gilt. Doch pflegt Feldspat mehr idiomorph zu sein, oder sind beiderlei Körner (gelappte oder mehr idiomorphe) vorhanden. Zwischen größeren (1 mm) Quarzkörnern können kleine Feldspate (0,1 mm) mosaikartige Füllungen bilden. Die Körner (von Quarz und Feldspat) sind oft plattgedrückt, neben größeren liegen feine Bruchstücke. Die Feldspate weisen sehr deutlich die erlittene Kataklase auf; ihre Bruchstücke sind voneinander entfernt und

reihenweise angeordnet. Ausnahmsweise findet man verzahnte Quarze.

Das Korn ist fein bis dicht, selten finden sich 2—3 mm große Quarze in Quarzstreifen vor. Oft wechselt das Korn in einem und demselben Dünnschliffe. Amphibol kann bis $1\frac{1}{2}$ cm erreichen. Skelettartiger Granat ist 2—3 mm groß, kompakter 0,2 mm, die länglichen Quarzkörner messen 1 mm, sie sind etwa 0,2 mm dick. Auch kommen hornsteinartige Abarten vor.

Quarz zeigt fast stets rupturell undulöse Auslöschung. Feldspate sind oft schön lamelliert, ihre Lamellen folgen dem Albit- und Periklingesetz. Die Anzahl und Breite der Lamellen wechselt. Das Innere der Feldspate wurde sericitisiert oder auch saussuritisiert (Zoisit und Epidot). Biotit ist braun und stark pleochroitisch, oft chloritisiert und in Sagenit verwandelt. Amphibol ist größtenteils lappig bis netzartig, dabei aber immer kommt ein etwas idiomorpher in der Prismenzone, oder mindestens $\|$ c gedehnter, vor. Die Farbe ist oft sehr blaß, gelbgrünlich, blaßgrün, aber auch sattgrün bis braungrün; es werden daneben blaue Töne beobachtet. Wo seine Farbe intensiv ist, kommt ein deutlicher Pleochroismus zum Vorschein: $//\, \alpha$ sattgelb, $//\, \beta$ und $//\, \gamma$ dunkelgrün, $\gamma = \beta > \alpha$; $//\, \alpha$ blaß gelbgrün, $//\, \beta$ dunkelgrün, $//\, \gamma$ reingrün, $\beta > \gamma > \alpha$. Bei blasser Farbe ist die Hornblende $//\, \alpha$ fast farblos. Sie verwandelt sich in Chlorit. Oft kommen mikrolithische Prismen in Feldspaten und Quarzen vor, auch etwas schilfige Hornblende ist vorhanden. Pyroxen ist meistens farblos, lappig, ohne Pleochroismus, selten grünlich und dann mit Spuren von Pleochroismus in grünlichen Farbentönen. Er geht in farblosen Chlorit über. Einmal wurde ein ziemlich idiomorpher Pyroxen gefunden, der auch // 010 verzwillingt ist. Pyroxen verwächst parallel mit Amphibol, welcher ähnlich frisch wie Pyroxen aussieht und somit nicht als eine sekundäre Bildung anzusehen ist.

Die äußere Form der Erlane ist entweder lagerartig oder lagergangartig, ausnahmsweise gangartig. Am Schafberg (4) bildet Erlan eine $1\frac{1}{2}$ cm mächtige, halbzylinderartige Lage im Gneis, der am Kontakte verkleinertes und mehr gleichmäßiges (als weiter ringsum) Korn besitzt, Biotit des Gneises liegt mit der Kontaktgrenze parallel. Auf der Tyrolka (23) ist Erlan 6 cm mächtig, ebenflächig und einem regelmäßig geschichteten Gneis (Streichen N 72^0 W, Fallen 88^0 O) eingelagert. Der Erlan ist grünlichgrau, dicht und zerfällt in kleine Prismen ($4 \times 6 \times 2$ cm). Bei Neu-Gramatin (27) gibt es eine ähnliche, 4 cm mächtige Lage. Auch bei Wutzmühle (3) und am Brand (2) treten entsprechende Bildungen auf.

Öfter kommt eine lagergangartige Form vor. Auf dem Čerchov (8), bildet der Erlan einen senkrechten, im Querschnitte ($d = 40$ cm) fast runden Körper (Fig. 6), ist aschgrau, sehr fein-

körnig. Hie und da glänzen feine Glimmerschüppchen. Er ist einem cordierithaltigen Gneise eingeschaltet (Streichen des Gneises N 39° W, Fallen 89° W). Bei Waldmünchen (15) ist der Erlan 30 cm mächtig, senkrecht, hat einen muscheligen Bruch, graue Farbe und dichtes Korn. In der Pískavá smouha (9) laufen fast horizontal zwei gangartige Körper dicht nebeneinander (Fig. 7), der obere dicht, rund, 30 cm mächtig, der untere mit glimmerigen Streifen, eiförmig (50 × 100 cm), welche ein Streichen N 1° O aufweisen, während der Biotitgneis in der Umgebung N 33° W (Fallen 89° W) streicht. Auf Výhledy (20) besitzt das Gestein auch einen runden Querschnitt (d = 20 cm) mit hornsteinartiger Hülle.



Fig. 6.
Der Erlan auf dem Čerchov.



Fig. 7.
Die Erlane auf der Pískavá smouha.

Nur der letzte Aufschluß (20) ist frisch, sonst begegnet man nur alten Aufschlüssen, die in verflossenen Jahrhunderten in der Suche nach Erz probeweise unternommen wurden. Das merkwürdige Erlangestein entging nicht dem forschenden Auge eines Bergmannes, doch mußte die Arbeit bald eingestellt werden, da das Gestein geringer Erzmenge wegen nicht abbauwürdig ist. Was die Längsschnitte anbelangt, so konnte ich nirgends einwandfrei dieselben bestimmen: es scheint aber, daß sie nicht groß sind, wahrscheinlich nur einigemal größer als die Querschnitte selbst. Nur bei Waldmünchen (15) scheint der Gesteinskörper gangartig einige Meter mit unveränderter Mächtigkeit verlaufen.

Von großer geologischer Bedeutung sind die Kontakterscheinungen. Überall zeigt der Gneis eine Annäherung an das Korn des Erlans, auch kann jener eine Pflasterstruktur annehmen (20), in ihm pflegt ein sehr glänzender Biotit vorhanden zu sein; auch wechsellagert der Gneis mit Erlan, die Streifen sind

fingerdick. Biotit bildet keine zusammenhängenden Flasern, wie weiter vom Kontakt der Fall ist; der Gneis ist muscovitlos und etwas granathaltig. Auf dem Čerchov (8) ist der Gneis im Kontakte mit Quarz angereichert (60%), daneben enthält er 30% Oligoklas $Ab_{78} An_{22}$ (auch antiperthitisch ausgebildet), 9% Biotit, Pyrit: weiter vom Kontakte findet man etwa 40% Quarz, 40% Feldspat (Oligoklas $Ab_8 An_1$ — $Ab_3 An_1$ antiperthitisch ausgebildet, Mikroperthit), 19% Biotit, etwas Sillimanit und chlorophyllitisierten Cordierit. Umgekehrt beobachtet man eine Annäherung an den Gneis, was die mineralogische Zusammensetzung der Erlanperipherie betrifft. Auf dem Schafberg (4) kommt beim Kontakte ein weniger basischer (als in der Mitte des Erlans) Feldspat $Ab_{52} An_{48}$ vor, der sehr lappig ist und oft nur einen um albitähnlichen und fleckig auslöschenden Kern ausgebildeten Saum darstellt. Es wächst die Menge des Biotits und die des Quarzes (auf 20% ev. 50%), es vermindert sich die Menge des Granats. Draußen im Gneise treten zerbrochene Feldspate auf, die durch Albit wieder zusammengeklebt sind. Es gibt dorten zweierlei Feldspate $Ab_8 An_1$ — $Ab_3 An_1$ und näher zum Kontakte $Ab_{68} An_{32}$, welch letztere mit runden oder auch ein wenig lappigen Granatkörnern durchlöchert sind. Im allgemeinen ist aber zwischen Erlan und Gneis eine scharfe Grenze zu finden.

Aus dem Gesagten lassen sich folgende Beobachtungen für die sedimentäre Herkunft der Erlane hervorheben: die poikilitische Struktur der Quarze und örtlich auch der Feldspate, die lagerartige Ausbildung, die Annäherung der Struktur und des Mineralbestandes im Kontakte des Erlans an den Gneis, die Bänderung und Flaserung des Erlans, von welchen die erste als ursprüngliche Schichtung, die zweite durch Zerdrücken eines ungleich zusammengesetzten Urmaterials sich leicht erklären ließe. Da zurzeit der Chemismus unserer Erlane nicht bekannt ist, darf man nur aus ihrem sonst sehr wechselnden Mineralbilde und ihrer wechselnden Dichte schließen, daß sie hauptsächlich wegen großer SiO_2-Menge kaum irgend einer bekannten Magmenabart entsprechen. Auch der Mangel an spezifischen Kontaktmineralien muß hervorgehoben werden.

Was am meisten befremdet, ist die gangartige Ausbildung der Erlane inmitten des vollkommen geschichteten Gneises.

Bei uns zeigt sich merkwürdigerweise keine Vergesellschaftung mit Marmoren, mit Eruptiven — zwei eminente Orthogesteine (Fall 4, 20) ausgenommen (die Erlane 5, 6, 7 liegen in Biotitgneiseinlagerungen des Orthogneises) — und ebensowenig mit Amphiboliten, die erst im O des böhmischen Pfahles vorkommen. Ein einziges Kalksteinlager findet sich bei Kalkofen (bei Arnschwang in Bayern) vor. Zu der von Gümbel[1] gelieferten Beschrei-

[1] Gümbel, Ostbayerisches Grenzgebirge. p. 546.

bung desselben will ich noch beifügen, daß in dem jetzt zugänglichen Aufschlusse ein zweiglimmeriger (mit wenig Muscovit), grobkörniger Granit mächtig lagergangartig und lagerartig in den zweiglimmerigen, etwas Sillimanit enthaltenden, an Quarz sehr reichen Paragneis eindringt. Ein 4 m mächtiger Gneisstreifen ist von Granit beiderseits umhüllt und enthält viele einige Zentimeter mächtige Kalkspatlagen, die grobkörnig (1 cm) sind und wechselnd weiß, grünlich (von Diopsid) oder licht bräunlich bis sehr dunkel (von Chondrodit) gefärbt sind. Im Kalkspat kommen strahlenartige Anthophyllitgruppen (Nadeln 4 cm lang), Phlogopit, Diopsid (in Chrysotil, Antigorit, Chondrodit verwandelt), Pyrit, Fluorit, seltener lamellierter Plagioklas (von Chlorit und Kaolinit erfüllt) vor. Gneis im Kontakte an den Granit ist in Hornstein metamorphosiert.

Es ist klar, daß sich dieses Marmorlager schwer mit den oben genannten Erlanen vergleichen läßt. Wenn man bei Kalkofen ohne weiteres an Kontaktmetamorphose glauben muß, so läßt sich bei den meisten Erlanen eher nur an eine regionale Metamorphose denken, was aus dem folgenden ersichtlich ist.

Luczizky (l. c.) hält allerdings den schuppigen Gneis des Oberpfälzer Waldes für ein Mischgestein aus dem sedimentogenen und eruptiven Material nach dem Beispiele Weinschenk's. Dunkle Lagen aus Biotit, Muscovit, Granat und Staurolith (akz. Apatit, Zirkon, Rutil, Anatas, Magnetit, Ilmenit, Zoisit, Titanit, Orthit) wären sedimentogenen Ursprungs, lichte Lagen mit granulitischer Struktur (Quarz, Orthoklas, Oligoklas) dagegen eruptiv. Mineralreichtum der dunklen Bänder steht der Einfachkeit der aplitischen „Injektionsgänge" gegenüber. — Bei uns sieht man nirgends in genügender Weise Zuführungskanäle an den Tag treten, wohl aber sind die Aplite und Pegmatitadern stets sehr deutlich von dem Gneise abgesondert. Ebensowenig kann man in der Nähe des Kontaktes durchgreifendere Kontakterscheinungen feststellen als weiter von demselben. Die vom Granite abgerissenen und in ihm untertauchten Gneisschollen (bei Sengenbühl und Ränkam in Bayern, auch Phyllitschollen im Porphyr bei Milavče in Böhmen) zeigen keine Aufblätterung, wie es die Weinschenk'sche Hypothese verlangt. Bei uns weisen die mit Biotit erfüllten Lagen viel Cordierit mit Sillimanit (auch Biotit im Cordierit) auf, die lichten Lagen enthalten xenomorphen, sehr unregelmäßig auslöschenden Quarz, feinstgestreiften orthotomen Feldspat (besonders Mikroperthit und Kryptoperthit), Myrmekit, Oligoklas $Ab_4 An_1$—$Ab_3 An_1$, Antiperthit, Granat, Muscovit (stellenweise), Titanit, Zirkon, Apatit, Sillimanit (zerstreut im Quarz und Feldspat), wenig Erz, Sericit, Zoisit (nur örtlich). In engen Bändern sind die Quarze plattgedrückt, in breiten ist die Struktur granoblastisch. Wo sich Cordierit vermehrt, da verschwindet der Quarz. Cordieritführende Partien wechseln auch

im kleinsten mit solchen ohne Cordierit und Sillimanit, beide sehen aber makroskopisch gleich aus. Dabei wechselt das Korn von 0,2 mm bis 1 cm (fast idiomorphe orthotome Feldspate) oder sogar 2, ausnahmsweise 3 cm (Reliktquarze) und auch die Textur des Gneises. Diese Beobachtungen führten mich zur Folgerung, daß am wahrscheinlichsten lauter Sedimente von wechselnder Zusammensetzung vorliegen. Die noch nicht völlig verwitterten Kerne des Granitgruses enthielten wohl eine Menge von Mineralbildner[1] und vermochten folglich bei der Metamorphose in der heißen Tiefe eine ähnliche Wirkung auszuüben wie die von WEINSCHENK angenommene Kontaktmetamorphose.

Während bei der Metamorphose die Biotitgneise eine Schichtung von lange anhaltenden, sehr wenig mächtigen Schichten erhielten, machte die Metamorphose anscheinend vor den anders zusammengesetzten Kalksilikatzwischenlagen halt. Die Erscheinung erinnert an den bekannten Satz H. ROSENBUSCH's[2], daß bei schichten- oder lagerartiger Ausbildung ein der Substanz eigentümlicher, noch nicht näher untersuchter Faktor offenbar eine Rolle spielt, den man als Faltungsfähigkeit bezeichnen könnte. Wenig mächtige Quarzitlagen halten viele Quadratmeilen in ununterbrochener Kontinuität aus, während andere mächtigere Gesteine abgeschnürt werden. Unsere Erlane könnten demgemäß als abgequetschte Teile einer ursprünglich mehr ausgedehnten Gesteinsmasse gedeutet werden. Ich habe aber nirgends, den Erlan Fig. 7 ausgenommen, mehrere Ausbisse in Streichungsrichtung hintereinander gefunden. Die Erlane machen eher den Eindruck, als ob jeder von ihnen aus einem kleinen, sandig-mergeligen Sediment hervorginge. Ich bin deswegen versucht, zu glauben, daß von der auskeilenden Peripherie mutmaßlich die Masse gegen die Mitte der Ablagerung wanderte und eine Anschwellung bildete, die im Querschnitte eine rundliche Form aufweist. Die Wanderung war bereits vollendet worden, bevor der Gneis die jetzige Schichtung erhielt. Die Schichten weichen nämlich dem Erlane aus und schmiegen sich demselben an. Eine entfernte Analogie stellt die Bildung von Lößkindeln dar. Wie die äußere Form und die Orientierung eines Lößkindels oft unregelmäßig ist, ebensowenig braucht man an der ähnlichen Unregelmäßigkeit der Erlane Anstoß zu nehmen. Die Gebilde erinnern auch an die injektive Faltung H. STILLE's[3] im verkleinerten Maßstabe. Man müßte einen tektonischen Vorschub eines ungewöhn-

[1] Auch das verfestigte Eruptivgestein enthält eine große Menge von Gasen, die sich bei der Erwärmung loslösen (A. BRUN, Recherches sur l'Exhalation volcanique. Genf 1911).

[2] H. ROSENBUSCH, Elemente der Geologie. 3. Aufl. p. 584.

[3] H. STILLE, Injektivfaltung und damit zusammenhängende Erscheinungen. Geol. Rundschau. 1917. p. 89 ff.

lich mobilen Materials annehmen, wie ihn Fig. 10 Fall b (l. c. p. 122) darstellt: Ejektion aus Mobilität bei disharmonischem Verhalten der Schichten [1].

Bei der Umkristallisation des Gneises während der Metamorphose wurden einige Erlane plattgedrückt, ausgewalzt und den Gneisschichten angegliedert, während die mächtigeren ihre Form bewahrten. Nicht einmal die plattgedrückten Erlane erhielten eine eigentliche Schichtung, viele von ihnen zeigen nur leise Andeutungen von einer parallelen Textur. Es ist klar, daß der Vorgang der Umkristallisation sich im allgemeinen anders in den Erlanen als in den Gneisen abspielte. Damit scheint auch die stellenweise in den ersteren und auch am Kontakte in den letzteren auftretende Pflasterstruktur übereinzustimmen. Die aus dem Gneise bei der Metamorphose losgewordenen Gase dürften kontaktmetamorphosierend auf die Erlane eingewirkt haben.

Die Kalksilikatfelse gewinnen folglich eine große Bedeutung in der Frage des vielumstrittenen Metamorphismus der kristallinen Schiefer; sie zeigen sehr deutlich, daß bei der Umkristallisation und Schieferung ein chemischer endogener Faktor eine bisher wenig beachtete Rolle spielt [2].

Über das Vorkommen von Posidonomya alpina-Schichten in Anatolien.

Von Dr. **E. Vadász.**

Seit Pompeckj in seiner trefflichen Studie [3] verschiedene Liashorizonte in Kleinasien nachwies, erschienen, fast zu gleicher Zeit, mehrere neuere Arbeiten über die Juraschichten Kleinasiens. Die Arbeiten von Meister und Pia befassen sich mit der Fauna eines und desselben Fundortes [4], während ich selbst einen neueren Fund-

---

[1] In der Suche nach Analogien dürfte ich auch linsenartige Korallenkalke Gotlands erwähnen (cf. K. Wiman, Über silurische Korallenriffe in Gotland. Bull. Geol. Inst. Upsala. **111**, p. 311 ff. 1898).

[2] Ausführlichere petrographische Beschreibung enthält die Studie des Autors: Der Böhmerwald. Ein Profil durch das Gebirge und sein Vorland. (Böhmisch.) Verh. d. böhm. Kaiser-Franz-Josef-Akad. d. Wiss. II. Kl 1917.

[3] Paläontologische und stratigraphische Notizen aus Anatolien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **49**. 1894.

[4] Meister, Über den Lias in Nordanatolien, nebst Bemerkungen über das gleichzeitig vorkommende Rotliegende und die Gosaukreide. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXV. 1913. — J. v. Pia, Über eine mittelliassische Cephalopodenfauna aus dem nordöstlichen Kleinasien. Ann d. k. k. naturhist. Hofmuseums. Wien. **27**. 1913.

ort beschreiben konnte[1]. Das Material Pompeckj's stammt von Kessik-tash, das von Meister und Pia von Ak Dagh, die von mir beschriebenen Fossilien aber stammen von Jakadsik. An allen drei Fundorten konnte lediglich Lias nachgewiesen werden, und zwar nach Pompeckj unterer, mittlerer und oberer Lias, nach Meister unterer und mittlerer Lias, nach Pia aber bloß der mittelliassische γ-Horizont. Aus der von R. Millekker gesammelten Fauna konnte ich auf die *Bucklandi*-Zone des unteren und die *Margaritatus*-Zone des mittleren Lias schließen.

Ein genaueres stratigraphisches Studium wurde durch das unfachgemäße Sammeln der Fossilien und in Ermanglung von eingehenden Beobachtungen an allen drei Fundorten ungemein erschwert. Besonders bei meinem Material von Jakadsik fiel dies deutlich ins Auge, da ich aus dem verschiedenen Gesteinsmaterial der Fossilien mit Recht schloß, „daß es in diesem Gebiete eine viel reichere Juraserie geben muß, deren eingehendes Studium gewiß noch viel wertvolle Ergebnisse liefern wird“[2]. Auf seiner zweiten geographischen Studienreise besuchte R. Millekker, jetzt Professor an der Universität Debreczen, diesen Fundort im Jahre 1912 neuerdings und sammelte im Auftrage der kgl. ungar. geologischen Reichsanstalt ein reiches Material, wobei er auch der Aufeinanderfolge der verschiedenen Schichten Beachtung schenkte. Das Studium des sehr reichen Liasmaterials ist im Gange, da es jedoch infolge meiner anderweitigen Inanspruchnahme voraussichtlich noch eine geraume Zeit in Anspruch nehmen dürfte, will ich hier unabhängig davon die aus der von Millekker erhaltenen Schichtenfolge sich ergebenden Resultate in Kürze mitteilen.

Der NNW von Angora liegende Fundort befindet sich in einem der Wasserrisse am Ende des Dorfes Jakadsik. Die Schichten streichen NO—SW und fallen unter 30—40° gegen SO ein. Auf Grund der Handstücke, die Millekker von den verschiedenen Schichten mitbrachte, kann an der Hügellehne von oben nach unten folgende Schichtenreihe angenommen werden:

1. Rötlichgrauer, crinoidenführender kalkiger Sandstein,
2. gelblichbrauner Tonmergel mit Posidonomyen,
3. grauer Tonmergel mit Belemnitentrümmerwerk,
4. schwarzer Tonmergel,
5. lockerer, grünlichgrauer, fossilleerer Sandstein,
6. rotbrauner Ammonitenkalk mit reicher Fauna,
7. rot- und graubrauner Kalk mit Inoceramen, Brachiopoden und Crinoiden.

[1] Vadász, Liasfossilien aus Kleinasien. Mitteil. a. d. Jahrb. d. k. ungar. geol. Reichsanst. 21. 1913. — Méhes, Fossile Ostracoden aus Asien. Földtani Közlöny. 43. 1913. p. 506.

[2] l. c. p. 82 (26).

Wenn Millekker's Beobachtungen richtig sind, so ist der Inoceramen- und Brachiopodenkalk der tiefste Horizont des Aufschlusses. Von der Fauna dieses Kalkes kann ich einstweilen folgende Arten anführen:

Spiriferina sp.
Terebratula punctata Sow.
— *adnethensis* Suess
— *nimbata* Opp.
— *(Orthothoma) margaritata* Roem.
Waldheimia mutabilis Opp.
— *subdigona* Opp.
— *furlana* Zitt.
Rhynchonella variabilis Schl. sp.
Rhynchonella plicatissima Qu. sp.
— *Meneghinii* Zitt.
— *Dalmasi* Dum.
— *Stachei* Böse
— *acuta* Sow. sp.
Rhynchonellina anatolica Vad.
Inoceramus ventricosus Sow. sp.
Pecten sp.
Pleurotomaria sp.

Aus dieser Schicht stammen höchstwahrscheinlich auch die zahlreichen Stielglieder von *Pentacrinus laevisutus* Pomp. und *P. goniogenus* Pomp., die, nach einigen Handstücken geurteilt, gesteinsbildend auftreten.

Die aufgezählte Fauna, die vorläufig nur die sicher identifizierten Formen umfaßt, enthält, abgesehen von einigen weniger charakteristischen Spezies, bisher nur aus dem mittleren Lias bekannte Arten. Auch die Zusammensetzung der noch nicht kompletten Fauna ist interessant, indem hier neben mediterranen Formen auch mitteleuropäische Arten vorkommen, worunter einzelne, so namentlich *Rhynchonella acuta* Sow., besonders auffallend sind.

Über dieser, sich als mittelliassisch erwiesenen Schicht würde der Ammonitenkalk folgen, dessen neuerdings sehr reich eingesammelte Fauna auf unteren und mittleren Lias deutet. Die Fauna ist viel reicher als die bisher bekannten, außer verschiedenen Arten der Gattungen *Nautilus, Rhacophyllites, Phylloceras, Lytoceras, Oxynoticeras, Aegoceras, Arietites* und *Coeloceras* enthält er auch mehrere Belemnitenarten. In Ermanglung von Daten über die Verteilung der einzelnen Arten kann zwar bis zum Abschluß der detaillierten Untersuchung kein sicheres Urteil gefällt werden, nach den bisherigen Studien ist jedoch hier unzweifelhaft der obere Teil des unteren Lias (Lias β) und der untere Teil des mittleren Lias vertreten. Dies steht jedoch im Widerspruch mit dem Alter der tiefsten Schicht 7, die mittelliassisch ist, und die nach der mir von Millekker übergebenen Schichtenfolge unter der Arietitenschicht liegt. Obwohl die noch nicht genau bestimmten Arietitenarten auf höhere Horizonte deuten, so können sie doch keineswegs in den mittleren Lias gestellt werden, so daß die Behebung dieses Widerspruches noch weitere Untersuchungen nötig macht.

Über den Ammonitenschichten folgt ohne Übergang grünlichgrauer, lockerer, feinkörniger, etwas kalkiger Sandstein, aus

welchem keine Fossilien vorliegen. Dünnschliffe der Gesteinsprobe erwiesen sich auch als fossilleer, und auch die Schlämmung des zerpulverten Materials führte zu keinem Ergebnis. Die Bestimmung des Alters dieser Schicht stößt daher auf Schwierigkeiten, da sie jedoch über mittelliassischen Schichten liegt, ist es nicht unmöglich, daß sie mit dem grünlichgrauen, harten, etwas sandigen Kalkstein von Kessik-tash ident ist, aus welchem Pompeckj *Lytoceras* sp. (ex aff. *L. ampli* Opp. sp.) und *Coeloceras limatum* Pomp. anführt.

Die Schichten 2, 3 und 4 können auf Grund der Handstücke als ident betrachtet werden, da diese nur in Farbennuancen voneinander abweichen. Aus dem in seinen härteren Partien tafeligschieferigen, in den weicheren Partien aber erdig, ungleichmäßig brechenden braunen Tonmergel lagen mir nur wenige mangelhaft erhaltene Fossilien vor, dieselben genügen jedoch zur genauen Feststellung des Alters dieser Schicht. In Anbetracht des Umstandes, daß mir nur wenig Gesteinsmaterial vorlag, untersuchte ich die härteren Teile auch in Dünnschliffen, während ich die mergeligeren Stücke schlämmte. Auf diese Weise brachte ich folgende Faunula zusammen:

Nodosaria (Dentalina) sp.
Cristellaria gibba d'Orb.
— *convergens* Born
— *rotulata* Lam. sp.
— *cultrata* Montf. sp.
— sp.
Orbulina sp.
Terebratula sp.
Posidonomya alpina Gras.
Phylloceras sp. (cf. *Kudernatschi* Hau. sp.)
Reineckia sp.
Perisphinctes sp.
Oppelia sp.
Belemnites sp.

In einem der Dünnschliffe sind sehr viel Orbulinen- und Globigerinenschnitte zu beobachten.

Obwohl die mangelhaft erhaltenen Fossilfragmente keine genauere Bestimmung zulassen, lassen es die in mehreren Exemplaren sicher erkennbaren und mit dem Gras'schen Typus bestimmt identen Posidonomyen in der Gesellschaft der erwähnten Ammonitengattungen als ganz unzweifelhaft erscheinen, daß diese Bildungen die Posidonomyenschichten des oberen Doggers repräsentieren.

Die Klärung der stratigraphischen Stellung des erwähnten, mit Bivalven angefüllten Sandsteins im Hangenden der Posidonomyenschichten stößt auf große Schwierigkeiten. Es ist nämlich wahrscheinlich, daß es sich auch hier um einen Beobachtungsfehler handelt, da die *Pecten*- und *Lima*-Formen in diesem Gestein ehestens auf Lias deuten. Zur Deutung dieser Bildung sind also ebenfalls noch weitere Untersuchungen an Ort und Stelle nötig.

Die Untersuchung der Aufeinanderfolge der Schichten von Jakadsik lehrt uns, daß hier außer den schon von früher her be-

kannten unter- und mittelliassischen Schichten auch Mergel mit *Posidonomya alpina*, also die Bath-Stufe, ausgebildet ist. Die stratigraphische Stellung des oberen Lias und der angeblich über den Posidonomyenschichten gelegenen fossilführenden Schichten muß einstweilen in Ermanglung von Beobachtungsdaten als ungewiß betrachtet werden. Dementsprechend kann auch das Verhältnis der Posidonomyenschichten zum Lias nicht geklärt werden. Die bisherigen Daten lassen auf große Lücken in der Schichtenfolge schließen. Während die Liasschichten — auch in Anwesenheit einiger mitteleuropäischer Formen — entschieden von mediterranem Typus sind, weichen die Posidonomyenschichten in ihrer Fazies von den altersgleichen alpinen „Klausschichten" entschieden ab. Die mergelige Fazies von Jakadsik deutet eher auf französische Vorkommnisse (Basses-Alpes). Die nächsten *Posidonomya alpina*-Schichten sind aus dem Kaukasus[1] und aus der Krim[2] bekannt, wo diese Bildungen in Form von schwarzen Ammonitenschiefern auftreten.

Solange uns keine neueren Beobachtungsdaten vorliegen, müssen wir uns mit der Feststellung begnügen, daß die Jurafolge Anatoliens auch Schichten mit *Posidonomya alpina* enthält.

Besprechungen.

K. Sapper: Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane. Zeitschr. f. Vulkanologie. 3. 1917. 65—197. 17 Taf.

Diese Abhandlung stützt sich im wesentlichen auf des Verf.'s „Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche"[3]. Die Liste der tätigen Vulkane ist der Ausbruchsdaten entkleidet und infolgedessen für eine schnelle Übersicht besonders geeignet. Die statistischen Tabellen sind gegenüber dem Katalog nach Ausbruchsgebieten und zeitlicher Verteilung mehr ins einzelne gehend und stark vermehrt. Sie schließen sich an die zusammenfassenden Kapitel über die Vulkananordnungsdichte, die Individualität der einzelnen Vulkangebiete, die Tätigkeitsfrequenz, die Schwankungen der Tätigkeit, die Art der Förderung, die Förderleistung und die Tätigkeits-

---

[1] RENZ, Der Jura von Daghestan. N. Jahrb. f. Min. etc. 1904. II.

[2] STREMOUKHOFF, Note sur le *Phylloceras Zignodianum* etc. Nouv. Mém. Soc. Nat. Moscou. 15. 1895.

[3] Vgl. die auf p. 223 beginnende Besprechung von BERGEAT.

perioden. Besonders der Förderleistung ist eine sehr ausgedehnte kritische Betrachtung gewidmet, aus der einzelne Schlußfolgerungen hervorgehoben werden sollen. In einem früheren Aufsatze (Gerland's Beiträge. 14. p. 139) hatte Sapper folgende Größenstufen der Jahresförderung unterschieden:

1. Größe	von 1 cbkm und mehr
2. „	100 Mill. cbm—1 cbkm
3. „	10 „ „ —100 Mill. cbm
4. „	1 „ „ — 10 „ „
5. „	100 000 „ — 1 „ „
6. „	10 000 „ — 100 000 „
7. „	1 000 „ — 10 000 „
8. „	weniger als 1 000 „

Förderleistungen 1. Größe waren folgende:

In Lavaförderung: Laki 1783 12,320 cbkm (nach Thoroddsen, 27 cbkm nach Helland); Eldjá (um 950) 9,325 cbkm (Thoroddsen); Lanzarote 1730—36 mindestens $1\frac{1}{2}$ cbkm; Kljutschew 1829 $3\frac{2}{3}$ cbkm; Leirhnúkur und Umgebung 1725—29 rund 1 cbkm; Sawai 1905—06 weit über 1 cbkm; Sakurashima 1914 $1\frac{7}{12}$ cbkm.

In Lockerförderung und bewegten Massen: Tambora 1815 150 cbkm (nach Verbeek, über 300 cbkm nach Junghuhn, 103 cbkm nach Penck); Cosegüina 1835 50 cbkm (nach Reclus, 150 cbkm nach Penck); Krakatao 1883 18 cbkm (Verbeek); Laki 1783 2—3 cbkm (Thoroddsen); Askja 1875 3—4 cbkm (Thoroddsen); Sta. Maria 1902 5,4 cbkm (Sapper); Ritter-Insel 1888 $1\frac{3}{4}$ cbkm (Sapper); Tarawera 1886 $1\frac{1}{2}$ cbkm; Bandaisan 1888 1,213 cbkm (Sekiya und Kikuchi); Papandajan 1772 über 1 cbkm (Junghuhn); Galungung 1822 1,5 cbkm (Schneider); St. Vincent 1902 über 1 cbkm (Sapper); Minami—Iwôshima 1914 1,2 cbkm (Ogura).

Lavaergüsse 2. Größe lieferten der Ätna, der Vesuv, die Hekla, der Kilauea, Mauna Loa, Asamayama, Mont Pelé (Staukegel) u. a. Auch die Lockerausbrüche des Ätna, des Vesuv, der Hekla und mehrerer anderer Vulkane entsprechen zeitweise dieser Größenordnung.

Wenn man von einzelnen Riesenausbrüchen absieht, so dürfte für die Zeit von 1895—1913 die Lockerförderung der ganzen Erde im Jahresdurchschnitt unter $\frac{1}{10}$ cbkm (= 2. Größe) bleiben und die sichtbare Lavaförderung noch geringer sein.

Die zeitliche Verteilung der großen Ausbrüche ist eine ungleichmäßige, wobei sich erkennen läßt, daß sich mitunter mehrere Ausbrüche 1. Größe auf eine kurze Zeitspanne zusammendrängen; es kann sich dabei um solche weit voneinander entfernter Gebiete handeln. Eine Abschätzung der seit 1500 auf der Erde überhaupt geförderten Laven und Lockermassen ergibt folgende Zahlen:

	Laven cbkm	Lockermassen cbkm
I. Atlantisch-indische Erdhälfte	> 30	16—17
und zwar: Mittelmeer	> 5	4
Atlantisches Gebiet . .	> 20	ca. 12
II. Pazifische Erdhälfte	etwa 17—20	gegen 280
a) Mitte (Samoa und Hawai) . . .	8—10	wenig
b) Umrandung	9—10	gegen 280
im einzelnen:		
Nordwestrand	> 7	etwa 13
Indonesisches Gebiet	> 0,1	gegen 185
Melanesisches Gebiet	0,1	> 3
Südwestrand seit 1800	wenig	etwa 3
Nordostrand	1,5	„ 65
Südostrand	> 1	gegen 10
Gesamterde	50	gegen 300

Eine Liste der jährlichen Tätigkeitseinheiten, d. h. der Zahlen, welche angeben, wie viele Vulkane alljährlich einen Ausbruch gehabt haben, ergibt für 1749—1914 ein Anschwellen der Ausbruchshäufigkeit in Perioden von der Dauer von 6—12 Jahren. J. Jensen[1] glaubte zu bemerken, daß die größte Häufigkeit der Ausbrüche sowohl mit den Minima wie mit den Maxima der Sonnenfleckenbedeckung übereinstimme; W. Köppen[2] kam zu dem anderen Ergebnis, daß die Zeit der Fleckenminima die Perioden der häufigsten, diejenige der Fleckenmaxima die Zeit der seltensten Ausbrüche darstelle, wenn er die Ausbruchslisten von E. Kluge und de Marchi zugrunde legte, daß jedoch unter Zugrundelegung der K. Schneiderschen Liste zur Zeit der Fleckenmaxima die Ausbrüche etwas häufiger gewesen wären. Verf. kommt dagegen zu dem Ergebnis, daß ein Zusammenhang überhaupt nicht festgestellt werden kann.

Zum Schluß wendet sich Verf. der Frage zu, ob durch die vulkanischen Ausbrüche zeitweise das Klima beeinflußt würde, indem die Perioden erhöhter Tätigkeit die Atmosphäre mit Kohlensäure anreicherten und der geförderte, oft lange Zeit in der Atmosphäre suspendierte Aschenstaub die Sonnenbestrahlung abschwäche. Bezüglich des Einflusses der Kohlensäureexhalationen verweist er auf die Unzulänglichkeit der bisherigen Beobachtungen darüber, wieweit überhaupt auch etwa durch einen Riesenausbruch die Kohlensäuremenge der Luft wesentlich vermehrt werde. Bezüglich des zweiten Faktors war zu den Arbeiten von C. G. Abbot und

[1] Possible relation between sunspot minima and volcanic eruptions. Journ. and Proc. R. Soc. New South Wales. 36. 42—46, auch 38. 740—790.

[2] Meteorol. Zeitschr. 1914. 326.

F. E. Fowle[1] sowie von Humphrey[2] Stellung zu nehmen. Nach dem Katmaiaausbruch haben die beiden erstgenannten auf dem Mt. Wilson in Kalifornien und zu Bassour in Algier im Jahre 1912 eine Herabsetzung der Sonnenstrahlung um etwa 20 %, die Verminderung der der Erde zugeführten Wärme um etwa 10 % festgestellt, wogegen die Verhinderung der Wärmeausstrahlung der Erde selbst infolge der Atmosphärentrübung nur wenig ins Gewicht fällt. Humphrey fand, daß die Hülle der Trübung etwa 30mal wirksamer in der Abhaltung der Sonnenbestrahlung als in derjenigen der Erdausstrahlung sei. Mit Köppen lehnt Sapper eine merkbare Klimabeeinflussung größeren Umfangs ab, vor allem, weil sie nicht mit der meteorologischen Statistik im Einklang steht. Jedenfalls kann nur den Feinstaubmassen der seltenen Riesenausbrüche, wie desjenigen des Krakatao, eine über die Erde sich erstreckende vorübergehende klimatische Beeinflussung zugeschrieben werden. Kleinere Aschederuptionen und die damit zusammenhängende Abdunkelung bringen nur lokale Abkühlungen und damit z. B. Niederschläge mit sich. „Die Tatsache, daß die überwiegende Masse der Riesenausbrüche sich in den Tropen abspielt, von wo aus eine Wirkung über die ganze Erde hin möglich ist, und die hohe Wahrscheinlichkeit, daß es in der Tertiärzeit und im Diluvium ebenso gewesen sein werde, rücken die Anschauung Humphrey's von der Erzeugung der Eiszeit durch gewaltige vulkanische Tätigkeit einigermaßen ins Bereich der Möglichkeit. Aber sorgfältige geologische Studien über die tertiäre und diluviale Vulkantätigkeit und genaue Untersuchungen über die tatsächlichen Klimawirkungen moderner Lockerausbrüche müssen erst das Fundament schaffen, auf dem sichere Theorien aufgebaut werden können."

Besonders verwiesen sei auf die beigegebenen Karten über die Anordnungsdichte, die Ausbruchsfrequenz und die Förderleistungen; topographische Übersichtsskizzen mit statistischen Eintragungen beziehen sich auf die Vulkane Islands, Mittel- und Ostafrikas, der Samoa-Inseln, der Tonga- und Kermadec-Gruppe, Kamtschatkas, Japans und des Kyukyu- und Kurilenbogens, der Philippinen, Kleinen Sunda-Inseln und ihrer Nachbarn, Javas, Kaiser-Wilhelms-Lands und Neupommerns, der Aleuten und Westalaskas, der Kleinen Antillen, Mexikos, Guatemalas und Salvadors, Nicaraguas und Costaricas, sowie endlich des nördlichen und südlichen Südamerika. **Bergeat.**

---

[1] Volcanoes and climate. Smithsonian miscellaneous collections. **60.** 1913. No. 29.

[2] Bull. of the Mt. Weather Observatory. **6.** Part I.

K. Sapper: Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. (Schrift. d. Wissensch. Ges. in Straßburg. 27. Heft. 1917. Mit Nachtrag.)

Nur für das Mittelmeergebiet und einige Vulkane Japans reichen die Aufzeichnungen über Eruptionen bis in die vorchristliche Zeit zurück; seit dem 9. Jahrhundert existieren auch solche Überlieferungen aus Island. Im übrigen setzen die Berichte in der Hauptsache erst im 18. Jahrhundert ein; aber erst in den letzten Jahrzehnten hat die außerordentliche Ausbreitung des Weltverkehres, die Entstehung und Vermehrung der Lokalzeitungen auch in den entlegensten Gebieten und ganz zweifellos auch die vermehrte Schulbildung und damit der Sinn für naturwissenschaftliche Beobachtung und sachliche naturwissenschaftliche Schilderung die Nachrichten vertrauenswürdiger gestaltet, das Netz der Berichterstattung verdichtet und gleichmäßiger werden lassen. Immerhin bewegt sich jedoch auch heute noch der Statistiker zwischen dem vorzüglichen Nachrichtendienst, wie er etwa am Kilauea eingerichtet ist, und demjenigen mancher amerikanischer Zeitungen, welche aus dichtbevölkerten Gegenden Katastrophen melden, die nie stattgefunden haben. Wer also lediglich das Lebensbild der einzelnen bekannten Vulkane in der Form eines Eruptionskataloges entwerfen wollte, hätte es mit sehr spärlichen und dabei höchst unordentlich überlieferten Bruchstücken zu tun: es ist ja doch nicht einmal möglich, ein geschichtliches Bild des Vesuv oder des Ätna zu entwerfen, und niemand kann heute noch sagen, wie und wie oft der Stromboli oder der Vulcano, die nur eine Tagesfahrt von Messina entfernt sind, in früheren Jahrhunderten tätig gewesen sind. Wer aber außerdem aus den vorhandenen Nachrichten auf die Summe der vom einzelnen Vulkan in der Zeit geschichtlicher Überlieferung geleisteten Lebensarbeit schließen und den Veränderungen, welche die Erdoberfläche durch vulkanische Stoffzufuhr, das Kulturleben durch Vernichtungen erfuhr, nachgehen will, steht vor einer unmöglichen Aufgabe. Gleichgültigkeit, ungeschulte und phantastische Berichterstattung haben noch in der neuesten Zeit kostbares und unwiederbringliches Material für die wissenschaftliche statistische Auswertung verloren gehen lassen oder unbrauchbar gemacht.

Sapper's Katalog ist eines der Ergebnisse seiner über Jahre sich ausdehnenden vulkanologischen Literaturstudien und, wie besonders zu bemerken ist, seiner persönlichen Kenntnis einer sehr großen Anzahl der Vulkangebiete. Verf. hat sich nicht mit einer kritischen Sichtung des teilweise sehr weit herangeholten Nachrichtenmateriales genügen lassen, sondern dieses auch als Geograph jeweils statistisch verarbeitet und zum Schlusse noch die Hauptresultate in „Schlußbemerkungen“ zusammengestellt und in Tabellen verarbeitet. Er hebt nicht nur Gründe der oben bezeichneten Art hervor, welche eine lückenlose Würdigung der vulkanischen Er-

eignisse innerhalb der Zeit der geschichtlichen Überlieferungen ausschließen, sondern er bemerkt auch, daß sich ein sehr großer und wichtiger Teil der vulkanischen Vorgänge auf dem Meeresboden, ein kleiner auch unter Gletscherbedeckungen abspielt. Wie weit Verf. die Betrachtungen ausdehnt, zu denen ihn seine Tatsachenerhebungen führen, wird sich weiter unten zeigen; es sei nur vorher bemerkt, daß hier Fragen petrographischer, chemischer und physikalischer Natur höchstens beiläufig gestreift werden.

Ref. wird zunächst diejenigen Vulkane namhaft machen, die nach Sapper in geschichtlicher Zeit zweifellos Eruptionen gehabt, d. h. Auswurfsmassen oder Laven gefördert haben; er wird alsdann über die Schlußbemerkungen referieren. Wegen der submarinen Ausbrüche sei auf Sapper verwiesen.

A. Atlantisch-indische Erdhälfte.

I. Mittelmeergebiet. 1. Italien und Umgebung.

a) Mittelitalien: Keine Tätigkeit mehr.

b) Unteritalien: Solfatara von Pozzuoli (1198 oder 1167?); Monte Nuovo. Der Vesuv. Er bestand schon vor seinem ersten geschichtlichen Ausbruch 79 n. Chr. in seiner jetzigen Doppelgestalt. In seiner Geschichte prägen sich drei Epochen aus: 1. Vor 79 n. Chr. Ruhe oder geringfügige Tätigkeit. 2. 79—1631 vorwiegend explosive Betätigung, die Ausbrüche sind durch lange Zwischenräume getrennt. 3. Nach 1631 längere, durch kürzere Ruhepausen getrennte Perioden der explosiven und effusiven Betätigung. In dieser Epoche hat die Masse des geförderten Materials kaum 1 km³ im Jahrhundert erreicht.

Epomeo (500?, 470?, 350?, 91 v. Chr., 1301 oder 1302).

Stromboli. Vulcano. Insel Giulia (Ferdinandea, Graham).

Ätna. Erster geschichtlicher Ausbruch zwischen 729 und 425 v. Chr. Seit den ältesten Zeiten scheinen sich Seitenausbrüche neben Gipfeleruptionen in ziemlich gleichbleibender Weise gefolgt zu sein. Die Lavaförderung eines Jahrhunderts wird auf reichlich 1 km³ geschätzt, wozu noch die entschieden geringeren Lockerprodukte zu rechnen sind.

Auf dem griechischen Festland Methana (3. Jahrh. v. Chr.?), im Ägäischen Meere Kos (nicht ganz zweifellos), Nisyros.

Santorin.

Die Gesamtjahresförderung der Mittelmeervulkane wird auf über 2 km³ an Laven und vielleicht 1—1½ km³ Lockermassen geschätzt; sie scheint in den letzten 2½ Jahrhunderten stärker gewesen zu sein als vorher.

II. Atlantischer Ozean.

Kapverden: Fogo, von 1564—1857 tätig mit 21 Jahren durchschnittlichem Ruheintervall zwischen je zwei Ausbrüchen. Gesamtförderung unter 1 km³ und erheblich über 0,1 km³.

Kanaren: Lanzerote, 1730—36 gewaltiger Ausbruch mit ungeheurem Lavaerguß. Tenerife, verschiedene Ausbrüche im 18. Jahrhundert, letzte Eruption 1909. Palma, 3 Ausbrüche zwischen 1585 und 1678.

Azoren: São Miguel, verschiedene Ausbrüche im 15.—18. Jahrhundert. Terceira 1761. São Jorge 1580 und 1808. Pico 1572, 1718, 1720, 1800? Fayal 1672.

Island: „Im Verhältnis zur vorgeschichtlichen Zeit ist die vulkanische Tätigkeit der Insel nach Intensität und Vielgestaltigkeit der Erscheinungen, trotz aller noch zu beobachtenden Mannigfaltigkeit, sehr entschieden verarmt, fehlt es ja doch in der geschichtlichen Zeit bereits fast völlig an liparitischen Ausbrüchen und ganz an Betätigung von Schildvulkanen.“ Tätig waren: Eldborg 950; auf der Halbinsel Reykjanes Ögmundarhraun 1340, Brennisteinsfjöll 1340 und 1389, Meitill um 1000; Hekla, zahlreiche Ausbrüche seit 1114, Krakatindur 1878 und 1913; Eyafialla 1612, 1821—23; zahlreiche Eruptionen hatte die gewöhnlich übergletscherte Katla; Eldgjá um 930—950, mit gewaltigen Lavaergüssen.

Lakispalte (Varmárdalr, Scaptarjökull), größter Spaltenausbruch der historischen Zeit 1783. Nach Thoroddsen nimmt die geförderte Lava bei einem Volumen von 12 320 Mill. km^3 eine Fläche von 565 km^2 ein, die höchst verderblichen Lockermassen schätzt er auf 3 km^3; ihm fiel $\frac{1}{5}$ der Gesamtbevölkerung der Insel, über die Hälfte des Hornvieh-, $\frac{4}{5}$ des Schaf- und $\frac{3}{4}$ des Pferdebestandes zum Opfer. Vatnajökull; zahlreiche historische Ausbrüche am Grimsvötn; Öraefajökull, heftige Ausbrüche 1341, 1349 (bezw. 1350 oder 1362), 1598 und 1727; Kverkfjöll 1717; Odádahraun-Askja, 1875 heftige Explosionen mit 3—4 km^3 Bimssteinauswurf nach Thoroddsen, zugleich Explosionen und Lavaerguß auf der 60 km nördlicher gelegenen Sveinagjá-Spalte. Krafla-Viti 1724; Vulkanreihe des Leirhnúkur 1725—1729; Grimsvötn 1725.

Die häufigste Tätigkeit haben auf Island die Hekla, die Katla und der Vatnajökull. „Wenn man den Versuch wagen will, die sichtbare durchschnittliche Lavaförderung eines Jahrhunderts für Island während seiner historischen Zeit zu schätzen, so mag man gegen 3 km^3 annehmen.“ Den Hauptanteil an der Lavaförderung hatten die Lakispalte 1783 und der Eldjá (nach Thoroddsen 9325 Mill. m^3 auf 693 km^2).

Jan Mayen 1818.

Außer den Inselvulkanen waren im Atlantischen Ozean noch eine große Zahl von submarinen Vulkanen tätig, die einzeln angeführt werden.

III. Afrika.

Erythräa: Dubbi 1861, Afderá 1907.

Ostafrika: Telekivulkan um 1870? und 1896. Oldönjo l'Engai? Meru 1910; Niragongo 1899—1900, Namlagira 1894—1913.

Westafrika: Kamerun 1909.

IV. Indischer Ozean.

Komoren: Kartala auf Groß-Comoro, seit 1828 häufig tätig mit vorwiegender Lavaförderung.

Maskarenen: Der Piton de la Fournaise auf Réunion. Seit der Besiedelung der Insel scheinbar beständig tätig.

V. Der asiatische Kontinent (ohne die östlichen Randgebiete).

In Kleinasien war der Argäus nach sicheren Nachrichten bis ins 4. Jahrhundert n. Chr. noch tätig, hat 1880 wieder Anzeichen von Tätigkeit gegeben.

Arabien: Harrat en-Nār? nördlich von Medina. Im Jahre 1254 hatte ein Lavaerguß im Gebiet des Schadātales, östlich von Medina, statt. Alle übrigen angeblichen Ausbrüche in Syrien und Arabien sind nicht sicher beglaubigt.

Armenien: Nimrud-Vulkan am Wansee 1441.

(Die seit A. v. Humboldt immer wieder genannten Vulkane im Tianschan existieren nicht.)

Mandschurei: Mehrere Kegel bei Mörgön: die Nachrichten über Ausbrüche 1721—1722 sind zu bestimmt und anschaulich, als daß sie angezweifelt werden könnten.

B. Pazifische Erdhälfte.

I. Die mittleren Gebiete des Pazifischen Ozeans.

Galapagos; von den mehr als 2000 Kratern sind nur noch wenige selten tätig, z. B. Norborough (1814, 1825) und Albemarle.

Samoa: Sawaii, etwa um 1700, dann erst wieder 1905 unter Erguß einer Lavamenge von mehr als 1 km^3.

Hawaii-Inseln: Haleakalá; Hualalai 1801. Mauna Loa, seit 1832 sind zahlreiche Eruptionen beobachtet worden, die in der Hauptsache im Erguß von teilweise gewaltigen Lavamassen bestanden haben. Der seit 1823 beobachtete Kilauea hat, außer den bekannten Erscheinungen innerhalb seines Kraters, bisher nur drei Lavaergüsse gehabt, davon zwei fast ganz gleichzeitig mit dem Mauna Loa, auf dessen Südostabhang er liegt, und einen unabhängig von diesem. Die Lavaförderung des letzteren schätzt Verf. auf 2—3 km^3 im Jahrhundert, die des Kilauea ist mit $\frac{1}{4}$ km^3 für denselben Zeitraum wahrscheinlich noch zu hoch eingeschätzt. Die mittlere Ruhepause zwischen zwei Ausbrüchen des Mauna Loa ist ungefähr 7 Jahre.

II. Die Umrandung des Pazifischen Ozeans.

1. Die nordwestliche Umrandung.

a) Kamtschatka und Kurilen. Schiwelutsch 1790—1810, 1854. Kljutschewskaja Ssopka seit Menschengedenken tätig.

Tolbatschinskaja Ssopka 1739. Der Große Ssemjatschik 1790 und 1852, der Kleine Ssemjatschik 1854. Awatscha (oder Gorelaja Ssopka) ist sehr häufig tätig gewesen, zuletzt 1901; Korjaka; Mutnowskaja 1852—1854, 1898. Assatscha.

Von 35 Vulkanen des Kurilenbogens sollen 17 tätig sein: Alaid, Mosakiriyama und Fusspeak auf Paramoshiri, Shirinkijima, Kuroishiyama, Harimkotanjima, auf Shashikotanjima der Nord- und der Südpeak, Ekarumajima, Chirinkotanjima, Raikokejima, Matuajima, Ketoijima, Chirnoijima, Suribachiyama, Moyorodake und Chiripnupuri auf Iturup. Die Nachrichten sind sehr lückenhaft; die Ausbruchstätigkeit ist zumeist explosiv und wenig intensiv.

b) Japan (einschließlich Marianen). Auf Jezo ist der Tarumaidake (Nachrichten seit 1739) ein häufig tätiger Vulkan. Der Usudake hatte zuletzt 1910 einen größeren Ausbruch, während dessen sich eine 3 km lange und $\frac{3}{4}$ km breite Scholle vom August bis November um einen Betrag bis zu 155 m gehoben, dann wieder bis auf 60 m über den früheren Stand gesenkt hat; auch die Umgebung des Berges wurde 3—5 km weit westwärts stellenweise noch um 2,5 m gehoben, während noch weiter westlich eine Senkung statthatte. Komagatake, soweit die Nachrichten reichen (seit 1640), nur explosive Tätigkeit mit großer Förderung. Bemerkenswert ist die ungefähre Gleichzeitigkeit der Erregung der drei Vulkane von Jezo von 1905—1910.

Auf Nippon: Iwatesan, Zaōsan; Azumayama, ziemlich bedeutende Explosion 1893; Adatarasan; Bandaisan, im wesentlichen solfatarisch, 1888 die berühmt gewordene Explosion, welche 1,213 km^3 Gesteinsmasse weggeschleudert hat; Nasuyama, Shiranesan oder Nikkō, Iwakiyama, Shiranesan oder Kusatsu. Die Nachrichten über den Asamayama, einen der tätigsten Vulkane Japans, reichen bis 685 n. Chr. zurück, die Ausbrüche waren vorzugsweise explosiver Art. Sapper verzeichnet 62 Ausbruchsjahre, davon 59 seit 1527. Durch die große Temmei-Katastrophe vom 9. Mai bis 5. August 1783 wurden 1061 Häuser und 1162 Menschenleben vernichtet, eine gewaltige Überflutung infolge der zeitweisen Aufstauung und des nachherigen Durchbruches des Azumagawa-Flusses verursacht, 0,3 km^3 Lava gefördert. Die Asche breitete sich über 11 000 km^2 aus und ihr Volumen soll 0,7 km^3 betragen haben. Nach Omori sollen von 1876—1899 die Erregungen häufig nicht nur mit Minima, sondern auch mit Maxima des Luftdruckes zusammengefallen sein. Kampuzan; Tateyama, Iwōdake; Yakedake, Hakusan.

Auf Kyushu: Über den Aso und die seine Tätigkeit begleitenden Erscheinungen, wie Getöse, Beben, Aufkochen des Kratersees usw. liegen seit 796 Mitteilungen für 75 Jahre vor. Er ist der größte und zugleich einer der tätigsten Vulkane Japans; in der Vorzeit überwog die Lavenförderung, die geschichtlichen Ausbrüche scheinen keine Lava mehr geliefert zu haben. Unzendake.

Kirishima mit sehr häufigen geschichtlichen Ausbrüchen. Der Inselvulkan Sakurashima bei Kagoshima hatte 1779—80 und 1914 starke Lavaausbrüche. Kaimondake.

Auf der Ryukyu-Inselreihe: Der Inselvulkan Iwoshima, bekannt durch die Schwefelgewinnung, ist nur solfatarisch tätig. ?Shindake auf Yerabushima, Tätigkeit zweifelhaft. Nakanoshima, Suwanosejima, Torishima. Fujiyama hatte scheinbar seinen bedeutendsten Ausbruch 1707—08, mit erheblicher Aschenförderung. Der Miharayama-Krater auf Oshima hat bei langen Ruhepausen mitunter langandauernde Ausbruchperioden mit bedeutender Förderung von Lockerprodukten und Laven. Weniger bedeutend ist der Vulkan auf Miyakeshima, die beiden Vulkane auf der noch weiter südwärts gelegenen Insel Hachijoshima, sowie auf Aogashima und Izu.

Milne fand, daß von den 233 ihm bekannt gewordenen Ausbrüchen der japanischen Vulkane die meisten auf Februar und April fielen, daß die Wintermonate besonders reich an Ausbrüchen seien und daß der starke Differenzen aufweisende Barometerstand während der letzteren sowie die Schneedecke „eher Schwächelinien in der Erdkruste entstehen ließen". Nach Omori soll das Maximum der Ausbruchstätigkeit in den Februar, April und August, die größte Ausbruchs- und Bebenhäufigkeit in das Frühjahr fallen. „Man wird also wohl einen gewissen Parallelismus zwischen Ausbruchs- und Bebenhäufigkeit anerkennen dürfen." „Die Lavaförderung aller japanischen Vulkane bleibt, soweit bekannt, in den letzten 2½ Jahrhunderten noch unter der Förderung des einen Ätna, wenngleich vielleicht dessen Förderung nicht unwesentlich überschätzt worden ist." Die Förderung der japanischen Vulkane an Lockermassen beziffert Verf. auf mehr als 2 km^3.

Auf den Marianen die unbewohnte Vulkaninsel Urakas mit dem scheinbar seit langem tätigen Farallon de Pajaros; Assongsong, Pagan und Guguan sind zumeist nur solfatarisch.

c) Die Philippinen. Auf der Insel Babuyan Claro, nördlich von Luzon, fand 1831 ein heftiger Ausbruch statt; der Vulkan soll ständig tätig sein. Solfatarisch ist der Camiguin de Bubayanes, desgleichen der Cagua im äußersten Norden von Luzon. Banájao 1730: vom Taal oder Pulo (Binintian Malaqui und Binintian Munti) werden seit 1572 zahlreiche, z. T. sehr bedeutende Ausbrüche überliefert. Neben ihm ist der Mayon (Albay) der bedeutendste Vulkan auf Mindanao; die Ausbrüche beider haben von jeher zu den bedrohlichsten vulkanischen Äußerungen gehört. Der Mayon ist vor den übrigen Vulkanen der Philippinen durch seine zahlreichen Lavaergüsse ausgezeichnet. Der Canlaon auf Negros. Der Camiguin de Mindanao hatte eine schwere Eruption 1871; die damalige Ausbruchsperiode endigte mit der Bildung einer andesitischen Staukuppe; auf Mindanao weiterhin der Calayo und Macaturin. Auf dem Yolo-Archipel hat 1641 ein schwerer explosiver Ausbruch stattgefunden.

d) Celebes und Sangi, Nordmolukken. In der Minahassa auf Celebes der Tonkoko, ? Duwa Sudára, ? Klabat, ? Lokon, Empung, Rumengan; der Soputan ist häufiger tätig; Sempu. Der Inselvulkan Oena-Oena hatte im Jahre 1898 einen starken Aschenausbruch. Auf der Sangi-Inselgruppe der Awoe und der Roewang, beide mit zeitweise starker Tätigkeit. Siaw. Auf dem Nordmolukkenbogen der Banua Wuhu, Tolo, der Gamma Kunorra und der Ibu auf Djilolo, der ? Vulkan von Motir, der Inselvulkan Makjan. Der tätigste Vulkan auf den Nordmolukken ist der Pik von Ternate, von welchem seit 1599—1907 zahlreiche Ausbrüche berichtet werden.

Auch in diesem Teile der Randzone überwiegt die Förderung von Lockerprodukten diejenige von Laven.

(Schluß folgt.)

Personalia.

Robert Marc †.

Er war ein Charakter, offen und stark, klar und wahr bis zur Rücksichtslosigkeit, dabei aber von einer Weichheit und Fülle des Gemütes, wie sie der Fremde nie in ihm vermutet hätte. Wer ihm, wie ich, näher stand, hatte in ihm einen durchaus zuverlässigen und immer aufrichtigen Freund. An jedem wissenschaftlichen Problem nahm er innigen Anteil, bewegte es in seinem lebhaften Geiste und war jedem Kollegen und Schüler ein williger und selbstloser Berater. Auch an den politischen und sozialen Zuständen in unserem Vaterlande hat er regen Anteil genommen, und die tätige Mithilfe seiner Gattin an den sozialen Einrichtungen entspringt seinem Wunsche. Jede Anerkennung machte ihm Freude, und die Verkennung seines guten Willens konnte ihn aufs tiefste verstimmen. Die Wissenschaft ging ihm über alles. So ist das Bild des trefflichen Menschen, des eifrigen Forschers, des selbstlosen Lehrers, geschildert vom aufrichtigen Freunde, der mit ihm und Albert Ritzel seine Besten verloren hat.

Robert Marc ist am 7. April 1876 in Moskau von reichsdeutschen Eltern geboren, war von 1886—89 am Petri-Pauli-Gymnasium in Moskau, dann am Vitzthumschen Gymnasium in Dresden, das er Ostern 1896 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Im Sommersemester 1896 studierte er in Halle a. S., 1897—98 in Genf Chemie. 1898/99 diente er als Einjährig-Freiwilliger bei der Feldartillerie in Dresden, studierte dann in München bei Muthmann und wurde ebenda 1901 mit einer Arbeit über „seltene Erden“ zum Doktor promoviert. Im folgenden Jahre verheiratete er sich und ging ein Jahr lang nach Nordamerika, um die dortigen chemisch-technischen Betriebe kennen zu lernen. Nach seiner Rückkehr studierte er in Berlin weiter und wurde am 1. Januar 1904

Assistent bei Dr. H. THIELE in Dresden. Vom 1. Mai 1905 ab studierte er bei OSTWALD in Leipzig und wurde am 1. Juli 1906 Assistent für physikalisch-chemische Mineralogie am mineralogischen und geologischen Institut der Universität Jena. Ebenda wurde er am 4. Mai 1907 als Privatdozent für physikalische Chemie zugelassen und am 15. März 1911 zum außerordentlichen Professor ernannt. Obwohl er bei Beginn des Feldzuges schon 38 Jahre alt war, ließ es dem Vizewachtmeister der Landwehr II keine Ruhe. Er wollte schon in den ersten Tagen mit ins Feld, aber erst nach langem Hin und Her konnte er, der beinahe noch wegen der „Heimatstadt“ Moskau als Spion verhaftet worden wäre, bei dem Bezirkskommando in Allenstein als Dolmetscher unterkommen. Später freilich kam er zum Regiment, wurde Offizier, machte, obwohl einmal durch Schulterschuß verwundet, den ganzen Feldzug in Rußland und Rumänien mit. Im Westen aber am 1. Mai 1918 traf ihn beim Verlassen des Unterstandes in der Gegend von Bapaume eine verirrte Schrapnellkugel mitten ins Herz, und er hauchte sein Leben aus in den Armen seines Wachtmeisters.

MARC wurde von dem Verf. dieser Zeilen nach Jena gezogen, um die Studierenden in die physikalische Chemie einzuführen. Dieser Aufgabe hat er sich mit Eifer und Geschick unterzogen, obwohl er selbst bis dahin mineralogisch wenig vorgebildet war, und gar oft standen die Meinungen hart gegen hart. Aber er hat es geschafft, und seine guten und anerkannten Arbeiten über die Kristallisation, über Adsorption, über die Dissoziation des Magnesiumcarbonats, über die Bedeutung der Kolloidchemie für die Mineralogie geben Zeugnis von seinem Streben und Können. Sein Buch über die Anwendung der Phasenregel auf mineralogische Fragen und seine Vorlesungen sind nicht bloß für die Studierenden eine reiche Quelle der Erkenntnis gewesen.

Alles, was er ergriff, umfaßte er mit der Leidenschaftlichkeit seines Charakters und ruhte nicht eher, als bis er das Problem gelöst glaubte. So hat er auch im Felde sich als Batterieführer ganz dem militärischen Berufe hingegeben und setzte alles an die Ehre seiner Batterie. War er im Urlaub, so klagte er, sein ganzes wissenschaftliches Interesse gehe unter im militärischen. Kurz vor seinem Tode hatte ihn der Arzt wegen einer ernstlichen Erkrankung zurückschicken wollen, aber er erklärte, jetzt vor der Offensive verlasse er seine Batterie nicht, das käme ihm vor wie Fahnenflucht. Während hier an der Alma mater besondere, neue Aufgaben, auf ihn zugeschnitten, seiner harrten, hat er draußen in treuester Hingabe seine Pflicht erfüllt und für die Ehre der Nation sein hoffnungsreiches Leben dahingegeben.

Nach menschlichem Ermessen sollten MARC und RITZEL mir den Nachruf schreiben. In Gottes Rat war es anders bestimmt. Ich stehe allein, klage und trauere um die zum Reiche der Toten eingegangene Jugend, um die Schüler, um die Forscher, um die Freunde.

Viel schwerer aber noch trifft ROBERT MARC's Tod die junge Gattin, die bis ins Innerste erschüttert dem verlorenen Lebensglück nachtrauert, und die betagten Eltern des einzigen Sohnes, denen es in diesen Tagen erst vergönnt war, Rußland zu verlassen. Mögen die Tugenden des Entrissenen ihnen den Schmerz verklären. G. LINCK.

ROBERT MARC hat zahlreiche Arbeiten veröffentlicht, von denen folgende von mineralogischem Interesse sind:

1. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des metallischen Selens. Habilitationsschrift. Jena 1907.
2. Über den Alaun. Zeitschr. f. anorgan. Chem. 60.
3. Über die Kristallisation aus wässerigen Lösungen. Zeitschr. f. phys. Chem. Bände 61, 67, 68, 73, 75, 79.
4. Erörterung zu einigen neueren Arbeiten über Kristallisations- und Auflösungsgeschwindigkeiten. Zeitschr. f. Elektrochem. 1910.
5. Die Phasenregel und ihre Anwendung auf mineralogische Fragen. Fortschr. d. Mineralogie etc. 1. 1911.
6. Über die Faktoren, die den Kristallhabitus bedingen (mit RITZEL). Zeitschr. f. phys. Chem. 76. 1911.
7. Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre und ihre Anwendung auf die Probleme der Mineralogie, Petrographie und Geologie. Jena, Gust. Fischer. 1911.
8. Zur Frage der Kristallisations- und Auflösungsgeschwindigkeiten. Zeitschr. f. Elektrochem. 18. 1912.
9. Referat über die bis zum Jahre 1911 aus dem geophys. Laboratory, Carnegie-Institution in Washington hervorgegangenen Arbeiten. Zeitschr. f. Elektrochem. 18. 1912.
10. Über Adsorption und gesättigte Oberflächen. Zeitschr. f. phys. Chem. 81.
11. Über die thermische Dissoziation des Magnesiumcarbonats (mit ŠIMEK). Zeitschr. f. anorgan. Chem. 82. 1913.
12. Über die Bedeutung der Kolloidchemie für die Mineralogie. Fortschr. d. Mineralogie etc. 3. 1913.
13. Über die Wirkung der kristallinischen und nichtkristallinischen Bestandteile der Böden bei der Filtration von Abwässern. Silikatzeitschr. 1. 1913.
14. Die Wechselbeziehungen zwischen Kolloiden und kristallinen Stoffen einerseits, Kristalloiden und amorphen Stoffen andererseits etc. Kolloidzeitschr. 13.
15. Über eine einfache Methode zur Bestimmung der Kolloide in Abwässern (mit SACK). Kolloidchem. Beihefte (W. OSTWALD). 5. 1914.

Für das Handwörterbuch der Naturwissenschaften hat er die Artikel „Aggregatzustände“, „Hydrate“ und „Kristallisation“ geschrieben.

Ernannt: Dr. **Friedrich Trauth** zum k. und k. Kustos-Adjunkten an der geologisch-paläontologischen Abteilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien. — a.o. Professor und Direktor des mineralogischen Instituts Dr. **Oskar Weigel** in Marburg, der einen Ruf nach Tübingen abgelehnt hat, zum ordentlichen Professor. Weigel ist Nachfolger von Max Bauer.

Habilitiert: Dr. **R. Sokol**, priv. Dozent der Geologie, k. k. böhm. Universität in Prag.

Miscellanea.

Mineralogische Preisaufgabe der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft in Leipzig. Die Gesellschaft wünscht eine Übersicht der Leptonenkunde (Lehre von den Molekeln, Ionen. Atomen und Elektronen) hinsichtlich ihrer Anwendung auf kristalline Materie und eine experimentelle Fortführung der einschlägigen Forschung mittels Röntgenstrahlen auf mineralogisch bedeutsame Stoffe.

Preis 1500 Mark. Einlieferung bis zum 31. Oktober 1920 an den Sekretär der Gesellschaft, Universität Leipzig. Die Arbeit muß mit einem Kennwort versehen und von einem versiegelten Umschlag begleitet sein, der auf der Außenseite das Kennwort trägt und einen Vermerk über Namen und Wohnort des Verf.'s umschließt. Auf dem Titelblatt ist eine Anschrift zu verzeichnen, unter der die Arbeit zurückzusenden ist, im Falle sie nicht preiswürdig befunden wird. Die gekrönte Schrift wird Eigentum der Gesellschaft, welche die Drucklegung übernimmt.

Berichtigung.

In diesem Centralblatt 1918 No. 3/4 p. 54 bezw. 56 ist es übersehen worden, die Über- und Unterschriften zu Fig. 1 und 2 anzubringen. Dieselben lauten für:

Fig. 1. **Geotekton. Kärtchen der Umgebung von Karlsbrunn (Schles.)** 1 : 85000.

Chloritgneis 1, durchbrochen von Granitgneis 2, Uralitdiabas und Uralitporphyrit 3 (algonkisch?), schwarze Phyllite und Tonschiefer nebst Chloritoid- und Sericitschiefer 4, Quarzit 5, Uralitporphyrit 6, Uralitdiabastuffe 7, eingesch. Kalkstein- und Eisenerzlager 8 (unterdevonisch).

Aufgenommen Karlsbrunn 1911 Fr. Kretschmer.

Fig. 2. **Geol. Kreuzriß durch Karlsbrunn.**

1 Chloritgneis (präcamb.), 2 Quarzit, 3 schwarzgr. Phyllit, 4 Tonschiefer (unterdev.), 5 Uralitdiabasporphyrit, 6 Moorlager.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Kohäsion von Kristallen bei der Temperatur der flüssigen Luft.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Das Verhalten der Materie bei tiefen Temperaturen und besonders in der Nähe des absoluten Nullpunktes gewinnt mehr und mehr an theoretischer Bedeutung[1].

Infolge der gegenwärtigen Zeitumstände konnten dieses erste Mal die Kohäsionseigenschaften der Kristalle nur an wenigen Kristallarten, nur bis herab zur Temperatur der flüssigen Luft[2] und nur qualitativ geprüft werden.

Die den nachfolgenden Ergebnissen zugrunde liegenden Versuche über Deformierbarkeit, Spaltbarkeit und Ritzbarkeit wurden innerhalb jener Flüssigkeit, nicht erst nach der Herausnahme der Kristalle, an diesen angestellt.

1. Kalkspat.

Der BAUMHAUER'sche Versuch mißlingt, da vor dem Eintreten einer wahrnehmbaren Schiebung ein von der Messerschneide bis zur Polecke reichendes Spaltungsstückchen abspringt. Die Körnerprobe auf $(10\bar{1}1)$ erzeugt zwar eine mit Zwillingsstreifung versehene Schlagfigur, doch läßt sich diese nicht so groß gestalten als bei Zimmertemperatur unter sonst gleichen Bedingungen, da bei stärkerem Schlag die Platte längs dem Körner in zwei Stücke // $(\bar{1}101)$ oder // $(0\bar{1}11)$ auseinanderspringt. Das Schlagdreieck ist infolge vieler kleiner Spaltungsrisse nach $(\bar{1}101)$ und $(0\bar{1}11)$ von weißlichem Pulver erfüllt und infolge von Sprüngen // $(10\bar{1}1)$ von Interferenzfarben umgeben, die sich besonders an die Basis jenes stumpfwinkligen Dreiecks in flachen Bogen konkav anlegen.

Der parallel der kurzen Diagonale des Spaltungsrhombus von der Polecke aus geführte Ritz ist rechts und links von gröberen Sprüngen als der bei Zimmertemperatur erzeugte begleitet; der

---

[1] Vergl. z. B. W. NERNST in den „Vorträgen über die kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität". Leipzig 1914 (Teubner), p. 63.

[2] Der Kaiserl. Werft zu Kiel spreche ich für gütige Überlassung von 2 l flüssiger Luft auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus; die nötigen Gefäße lieh mir freundlichst Herr Kollege DIELS aus dem hiesigen chemischen Institut.

nach der Polecke hin gerichtete Ritz sowie der parallel der langen Diagonale geführte sind ähnlich den gewöhnlichen.

Die Stahlnadel dringt bei allen Ritz- und Schlagversuchen merklich schwerer in die Fläche $(10\bar{1}1)$ ein als bei Zimmertemperatur; die Ritzbarkeiten von Gips // (010), Kalkspat // $(10\bar{1}1)$ und Flußspat // (111) zeigen die gewöhnliche Reihenfolge. Die Spaltungsflächen des Kalkspates, die z. T. schon durch das bloße Abschrecken auftreten, gestalten sich so glatt und eben wie sonst.

2. Gips.

Die Plastizität dieser Kristallart nimmt außerordentlich ab, so daß man sowohl beim Zerschlagen als auch beim Zerbrechen von gewöhnlichen Spaltungsplatten rhomboidische Tafeln // (010) erhält, die meist tadellos eben sind, während bei Zimmertemperatur zwar das Zerbrechen längs $\{100\}$ ohne Verbiegungen vor sich geht, nicht aber das Zerbrechen längs $\{\bar{1}11\}$; diese Verbiegungen beruhen nach Mügge[1] auf Translationen längs T = (010) // t = [001], welche überdies eine Streifung der Spaltungsflächen $\{\bar{1}11\}$ und somit deren faserige Beschaffenheit zur Folge haben. Indem nun bei der Temperatur der flüssigen Luft Gleitfähigkeit und Gleitstrecke bedeutend herabgesetzt sind, entstehen tadellos ebene Spaltungsflächen $\{\bar{1}11\}$ von der Güte des Blätterbruches $\{010\}$; der Winkel der Spaltungsebenen $(\bar{1}11)$ und (010), von Des Cloizeaux gleich $69^0\,20'$ berechnet, ergab sich gleich $69^0\,21\frac{3}{4}' \pm \frac{1}{4}'$ (Präparat I) und $69^0\,19\frac{3}{4}' \pm \frac{1}{4}'$ (Präparat II). Der muschelige Bruch // (100) sieht wie gewöhnlich aus. Diese Feststellung bedeutet wohl die denkbar beste Bestätigung der soeben angeführten Mügge'schen Erklärung des Faserbruches.

3. Steinsalz.

Die Plastizität der Steinsalzkristalle ist erheblich verringert; die Körnerprobe auf einer Spaltungsfläche (001) liefert eine Schlagfigur, die zwar die Translationsstreifen // (011), $(0\bar{1}1)$, (101) und $(\bar{1}01)$ sowie die beiden diagonalen Reißflächen erkennen läßt, aber infolge vieler kleiner Spaltungsrisse ein mehliges Aussehen zeigt und überdies etwas kleiner ausfällt als bei Zimmertemperatur unter sonst gleichen Bedingungen, da bei stärkerem Schlag die Platte längs dem Körner in zwei Stücke // (100) oder // (010) auseinanderspringt. Die Spaltbarkeit erscheint unverändert.

4. Gold, Silber, Kupfer.

Die Plastizität dieser Metalle nimmt zwar merklich ab, immerhin aber werden ihre Kristalle durch einen kräftigen Hammerschlag breitgedrückt, ohne irgendwelche Bruchflächen zu entwickeln.

---

[1] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. 1898. I. 93.

5. Muscovit.

Die elastische Deformierbarkeit von Muscovit erscheint unvermindert, so daß weder dicke noch dünne Blättchen sich zerbrechen lassen. Die Schlagfigur ist deutlich und von der gewöhnlichen Beschaffenheit, ebenso die Druckfigur, die nach dem Wetzel-schen[1] Stanzverfahren hergestellt wurde. Die Spaltung // (001) erfolgt leicht und vollkommen.

Notizen über Dinosaurier.

5. Beiträge zu ihrer Evolution.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Nachdem im ersten Teile dieser Notizen eine Übersicht eines Teiles Dinosauriersystematik gegeben und in den Teilen 2—4 verschiedene biologische Beobachtungen mitgeteilt wurden, soll die Serie dieser Notizen mit Betrachtungen über die Evolution und Abstammung der Dinosaurier beschlossen werden.

Aufschlüsse über die Abstammung der Dinosaurier erhalten wir am zweckmäßigsten dadurch, daß wir zuerst die gemeinsamen Züge der beiden Hauptgruppen der Dinosaurier fixieren, dann, um die Entwicklungsrichtung der beiden Hauptgruppen der Dinosaurier zu erkennen, die Parallelismen innerhalb der beiden Hauptgruppen ergründen. — Nach dem Erkennen der Entwicklungsrichtung können wir uns durch Rückwärtsprojektion naturgemäß die hypothetischen Stammformen der beiden Dinosaurier-Gruppen rekonstruieren. Durch Vergleiche der hypothetischen Stammformen miteinander, sowie Betrachtungen über deren eventuelle systematische Stellung, kommen wir schließlich in die Lage, die Frage des monophyletischen oder diphyletischen Ursprungs der Dinosaurier zu entscheiden.

Abgesehen von den durch die Mastikationsvorgänge hervorgerufenen Differenzen im Schädelbau, auf die ich schon im Jahre 1902 gewiesen habe, unterscheiden sich die Orthopoden von den Saurischiern hauptsächlich dadurch, daß sie verknöcherte Rückensehnen und gegen rückwärts gerichtete Pubes haben, wogegen bei den Saurischia verknöcherte Rückensehnen fehlen, die Pubes mit ihren unteren Enden gegen vorne schauen, ferner aber fallweise auch Bauchrippen angetroffen werden.

Gemeinsam ist beiden Gruppen der Dinosaurier, daß sich in jeder Gruppe vierbeinige und zweibeinige Formen finden, gemeinsam ist dann der Mangel einer Clavicula, gemeinsam, daß sich bei den zweibeinigen Formen beider Gruppen im Laufe der Entwicklung an Stelle der biconcaven oder biplanen Hals- und Rücken-

[1] W. Wetzel, N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. I. 145.

wirbel convexoconcave Hals- und Rückenwirbel einstellen und endlich die Tatsache, daß sich sowohl bei den Ornithopoden als auch den Theropoden nebst Formen, wo das Femur kürzer ist als die Tibia, auch solche finden, die das umgekehrte Verhältnis zeigen.

Der allgemeinen Femurentwicklung entsprechend verändert sich naturgemäß auch der Trochanter quartus; bei den bipeden Formen ist er oft flügelartig entwickelt, bei den quadrupeden ist er hingegen meistens reduziert. Die einzigen quadrupeden Dinosaurier, die noch einen wohlentwickelten vierten Trochanter zeigen, sind *Scelidosaurus* und *Stegosaurus durobrivensis*. Auf die Funktion des vierten Trochanter soll später zurückgegriffen werden, vorerst genügt es, wenn wir diese Verschiedenheit seiner Entwicklung dermaßen fixieren.

Wichtig ist, daß bei den zweibeinigen Typen beider Gruppen der Dinosaurier nicht nur die Scapula und das Coracoid gleich sind, sondern daß sich neben Formen mit vogelartiger Schädelbasis ohne basioccipitalen Höckern auch solche mit basioccipitalen Höckern finden; letztere müssen sich aus ersteren entwickelt haben.

Das Hirn von Hypsilopoden ist uns leider nicht bekannt, doch spricht manches dafür, daß es nicht röhrenförmig war, wie bei den Trachodontiden. Der über der Fenestra ovalis breite Hirnbau von *Struthiosaurus* zeigt im Verein mit der vogelähnlichen Schädelbasis dieses Tieres, daß auch der röhrenförmige Bau der Hirnhöhle von *Stegosaurus* eine Neuerwerbung resp. Reduktionserscheinung darstellt. Bei den Theropoden und Sauropoden ist der Hirnraum nie so röhrenförmig wie bei *Trachodon* oder *Stegosaurus*.

Interessant sind die parallelen Veränderungen, die man im Wirbelbau der zweibeinigen Gruppen der Orthopoden und Saurischier antrifft.

Beim Gehen eines jeden zweibeinigen Tieres ist stets eine Entlastung des vorzusetzenden Fußes nötig, und da sich beim Stehen eines zweibeinigen Tieres die Körperlast normalerweise auf beide Füße gleichmäßig verteilt, so ist zu so einer Entlastung des einen Fußes eine Verlegung des Schwerpunktes nötig. Bei zweibeinigen Tieren, bei denen die Rückenwirbelsäule schräge oder fast horizontal liegt, ist eine Schwerpunktverlegung auf doppelte Weise möglich, und zwar entweder seitwärts oder gegen vorne. Sie verlangt naturgemäß Bewegungen des Halses, des Rumpfes und eventuell des Schwanzes. Das Prinzip des Seitwärtsverlegens des Schwerpunktes finden wir heutzutage durch *Chlamydosaurus*, das des Vorwärtsverlegens durch die Lauf- und Hühnervögel vertreten. Das Seitwärtsverlegen des Schwerpunktes läßt sich bei *Chlamydosaurus*-artigen Tieren am einfachsten durch ein seitliches Abbiegen der Hals- und Schwanzwirbel erzielen. Je weiter die Füße auseinanderstehen, desto größere Körperbewegungen sind nötig. Bei der Durchführung der Abbiegung wirken naturgemäß in erster Linie die lateralen Muskeln. Einer der diese lateralen Bewegungen

hervorrufenden Muskeln, und zwar jener, dem die Lateralkrümmung des Schwanzes zufällt, ist, wie schon Dollo betonte, der Caudofemoralis, und daß so ein Muskel bei den zweibeinigen Formen stärker ist als bei den quadrupeden Formen, ist aus dieser seiner Verwendung ohne weiteres erklärlich; nebenbei mußte der Caudofemoralis auch als Aufrichter des Körpers gute Dienste leisten. Als andere, die Schwanzkrümmung regulierenden Muskeln kommen die seitlichen Schwanzmuskeln in Betracht.

Das Seitwärtskrümmen des Rumpfes mußten natürlich die lateralen Rumpf- und Beckenmuskeln besorgen. Da das Seitwärtskrümmen des Rumpfes insoferne unabhängig von der Fußbewegung erfolgen muß, als diese keine Retraktion des Rumpfes nach sich ziehen darf, können die bei solcher Krümmung in Betracht kommenden postfemoralen Muskeln zwar am Femur, die präfemoralen aber nicht am Femur, sondern bloß am Rumpfe inserieren. Als Seitwärtskrümmer des Rumpfes sind infolge dieses Umstandes nur die Intercostoidales und dann die von den Rippen zu den Beckenelementen ziehenden Muskelgruppen verwertbar.

Der T-förmige Querschnitt der Rippen der spezialisierteren Ornithopoden, der *Hypsilophodon* und *Rhabdodon* noch völlig abgeht, beweist schon an und für sich, daß die Stärke der intercostoidalen Muskeln bei den Ornithopoden im Laufe der Entwicklung zunahm. Was die Lendenmuskeln betrifft, so ist folgendes zu bemerken: Bei allen den Theropoden mit vorwärts gerichteter Pubis sind Ansatzflächen für die Lendenmuskeln allenthalben vorhanden; bei den primitiven Ornithopoden mit zurückrotierter Pubis fehlt jedoch für die lateralen Lendenmuskeln die Möglichkeit, an der Pubis zu inserieren. Sollte sich auch bei diesen Formen eine starke laterale Rumpfbewegung entwickeln, so mußte sich der vordere Acetabularrand jedenfalls vergrößern. An Stelle eines gerundeten Acetabularrandes oder einer kleinen Spitze erwarten wir bei diesen Formen einen weit vorgetriebenen Acetabularrand.

Tatsächlich finden wir bei allen Ornithopodiden an Stelle des dornartigen Processus pectinealis der Vögel den vollkommen gleichgerichteten, jedoch stärkeren Processus pseudopectinealis.

Alle diese Indizien weisen darauf, daß die bipeden Dinosaurier seitliche Rumpfkrümmungen vollzogen. Außer der horizontalen Rumpfbewegung haben wir nun aber bei jedem zweibeinigen Dinosaurier zum Parieren des bei jedem Schritte entstehenden Stoßes auch noch vertikale Rumpfbewegungen zu erwarten, die Kombination der beiden Bewegungsarten zusammen muß offenbar zur Entwicklung kugelförmiger Wirbelgelenke führen. Am stärksten müssen alle die Wirbelbewegungen an dem, den relativ schweren Kopf tragenden und auch sonst beweglichen Halse zur Geltung kommen, weniger intensiv mußten sie auf den Rumpf wirken, noch weniger mußten sie sich am proximalen und am wenigsten an dem sich gegen

hinten verjüngenden, daher bei der Verlegung des Schwerpunktes irrelevanten Schwanzende bemerkbar machen. Infolge dieses Umstandes muß die Entwicklung der convexoconcaven Wirbel bei allen bipeden Dinosauriern craniocaudalwärts schreiten. Untersuchen wir die bisher bekannten Skelette der Theropoden und Ornithopodiden, so sehen wir, daß die Entwicklung tatsächlich in dieser Weise erfolgte.

Einen indirekten Beweis für die Richtigkeit dieser Ausführungen bietet uns der Becken- und Wirbelbau der Vögel.

Sowohl infolge der durch das Fliegen bedingten craniocaudalen Verkürzung des Rumpfes, noch mehr aber infolge des Schwanzmangels, ist bei den verschiedenen Laufvögeln eine laterale Verlegung des Schwerpunktes durch horizontale Leibeskrümmung fast gar nicht möglich; die Entlastung des Fußes kann hier nur durch ein Vorwärtsverlegen des Schwerpunktes erfolgen. Ein Vorwärtsverlegen des Schwerpunktes läßt sich am einfachsten durch eine Streckung der dorsalen und cervicalen Wirbelsäule erzielen. Namentlich bei den Hühnervögeln ist es sehr leicht zu bemerken, wie mit jedem Schritte dieser Tiere ein Vorwärtsbewegen des Kopfes mit einhergeht. Statt sich allseits zu bewegen, bewegen sich die Wirbel der meisten Vögel infolge dieser Umstände bei jedem Schritte bloß in vertikaler Richtung und statt zur Entwicklung von Kugelgelenken mußte daher diese Bewegungsart, wenn unsere Deduktionen richtig sind, zur Entwicklung anders gebauten Wirbelgelenken führen. Tatsächlich sind an den Wirbeln der Vögel nicht Kugelgelenke, sondern vertikal gestellte Sattelgelenke vorhanden.

Das Verlegen des Schwerpunktes hat bei zweibeinigen Tieren in weiterer Folge auf Fußstellung und Beckenbau ungemeinen Einfluß. Während das Hin- und Herpendeln des Schwerpunktes bei den Dinosauriern einen gewissen Abstand der Füße voneinander noch immerhin gestattet, ergibt sich bei den Vögeln die Notwendigkeit, beim Gehen die Füße unter den Schwerpunkt, also vor einander, unter die Mittellinie zu bringen. Eine Dinosaurierfährte muß sich daher von einer Vogelfährte durch den größeren Abstand der beiden Füße unterscheiden. Bei den gut laufenden, bei der Lokomotion ausschließlich auf ihre Füße angewiesenen Ratiten bedingt die Fußstellung eine Verringerung des interacetabularen Abstandes. Bei den Schwimmvögeln erfolgt dasselbe, jedoch aus dem nämlichen Grunde wie bei Seehunden und Robben. — Ein völliges Verschwinden der lateralen Körperbewegungen der Vögel ist infolge des Nebeneinanderstehens der Füße niemals möglich und, wie schon Marey betont, ist ein kleines Hin- und Herschwanken sogar bei den im Becken doch sehr schmal gebauten Straußen zu bemerken, wo aber, wie z. B. bei den Enten, das Becken noch ganz besonders breit ist, da muß dieses Hin- und Herschwanken selbstverständlich wachsen. Das Vorhandensein von Caudalbewegungen ist dann eine naturgemäße Folge dieses Zustandes. Offenbar ist

das Hin- und Herpendeln unter anderen auch die eine Ursache für die Entstehung des Processus pectinealis. Bei *Apteryx* zieht sich das intercostoidale Gewebe bis an die Spitze des Processus pectinealis.

Wenn bei irgendwelchen Vögeln die durch den gedrungenen Körperbau notwendige Breite des Beckens die Unmöglichkeit nach sich zieht, die Füße in die Mittellinie zu stellen, verwandelt sich das Gehen dieser Formen naturgemäß in Hüpfen; dies wird naturgemäß in erster Linie bei den quer auf Ästen ruhenden Baumvögeln der Fall sein.

Aber nicht nur die Entwicklung der Wirbelsäule, sondern auch die Entwicklung des Femurs zeigt in beiden Gruppen der bipeden Dinosaurier weitgehende Parallelismen. Um Wiederholungen zu vermeiden, halte ich es für zweckmäßig, gleich hier eine tabellarische Übersicht des Verhältnisses des Femurs zur Tibia der bisher besser bekannten Dinosaurier nach der Formel „Femur : Tibia = x : 1" zu geben.

	Orthopoda		Saurischia
Zweibeinige Formen		0,58 : 1	Ornithominus
		0,7 : 1	Compsognathus
	*Hypsilophodon	0,77 : 1	
	*Nanosaurus	0,84 : 1	
		0,87 : 1	Hallopus*
	Laosaurus	0,91 : 1	
		1,0 : 1	Sellosaurus*
		1,02 : 1	Anchisaurus*
	Camptosaurus	1,02 : 1	
		1,05 : 1	Streptospondylus
	Iguanodon	1,07 : 1	
	Saurolophus	1,12 : 1	
	Claosaurus	1,13 : 1	
		1,15 : 1	Laelaps
	Trachodon	1,17 : 1	
		1,27 : 1	Megalosaurus
		1,30 : 1	Ornitholestes
Vierbeinige Formen		1,32 : 1	Cetiosaurus
	*Scelidosaurus	1,33 : 1	
		1,40 : 1	Diplodocus
		1,51 : 1	Plataeosaurus*
	Triceratops	1,56 : 1	
		1,62 : 1	Apatosaurus
	Polacanthus	1,72 : 1	
	Stegosaurus	1,8 : 1	

Wie aus dieser Übersicht, bei der die primitiven und triadischen Formen mit einem Stern (*) bezeichnet sind, hervorgeht, ist das Femur bei den leichten oder älteren Theropoden stets kürzer als bei den späteren und schwereren, und für alle Ornithopoden gilt genau dasselbe.

Das Längerwerden des Femurs, das sich bei beiden Gruppen der Dinosaurier im Laufe der Entwicklung einstellt, beweist, daß sich bei beiden Gruppen der Schwerpunkt des Körpers allmählich weiter vorschob. Bei den Ornithopoden und Megalosauriern werden wir die Ursache der Schwerpunktverlegung in der stärkeren Entwicklung und Spezialisierung der Kieferpartien erblicken, bei den Thyreophoren werden wir zu deren Erklärung das Anwachsen des Panzers, bei den Sauropoden natürlich die durch das Sumpfleben hervorgerufene Längenzunahme des Halses heranziehen.

Bei den Ornithopoden und Megalosauriern hielt sich dieses Vorschieben des Schwerpunktes infolge seiner Ursache immer in beschränkten Grenzen, ein fortwährendes Anwachsen des Femurs konnte daher das durch die Schädelvergrößerung hervorgerufene Vorwärtsrücken des Schwerpunktes fortwährend recht leicht kompensieren, bei den Thyreophoren und Sauropoden erfolgte jedoch die Schwerpunktverlegung in solchem Maße, daß die Streckung des Femurs mit ihr nicht Schritt hielt. Trotz allen Nachwachsens des Femurs nötigte dieser Vorgang schließlich die Tiere zu vierbeiniger Gangart. Dieser Erklärungsversuch ist nun freilich nur die eine Lösung einer recht komplizierten Frage, denn die Annahme, daß gerade der entgegengesetzte Vorgang zur Verkürzung des Femurs einiger Dinosaurier führte, ist ja, theoretisch genommen, gleichfalls möglich. Wofür wir uns zu entscheiden haben, werden spätere Erörterungen zeigen.

Weniger klar als bei der Femurveränderung sind die Verhältnisse bei den Metatarsen. Schlanke und aneinander gepreßte Metatarsen, die an den Berührungsflächen förmlich ineinandergreifende Rauhigkeiten zeigen, mithin die Art, wie ein Zusammenwachsen erfolgen kann, förmlich demonstrieren, findet man außer bei Theropoden auch bei *Orthomerus*, einem obercretacischen, in Sümpfen lebenden Ornithopoden. Vollkommen verwachsene Metatarsen sind außer bei dem hüpfenden *Alactaga* usw. auch bei vielen gewiß niemals hüpfenden Paarhufern vorhanden. Das Verwachsen der Metatarsen kann daher nicht als Beweis für die hüpfende Gangart eines Tieres gelten.

Daß die Aneinanderpressung der Metatarsen bei den Theropoden in der Regel stärker ist als bei den Ornithopoden, läßt sich ungezwungen aus der festländischen Lebensweise und größeren Agilität der Raubtiergruppe erklären. In der bei den Theropoden bemerkbaren stärkeren Verbindung des Astragalus mit der Tibia ist ein Analogon zu finden.

Da Tridactylie vorwiegend bei den bipeden Dinosauriern auftritt, scheint dies ein Beleg dafür zu sein, daß sie sich aus den quadrupeden Formen entwickelt haben.

Vergleichen wir nun nach dieser Erörterung der Parallelismen der Theropoden und Ornithopoden die Ähnlichkeiten zwischen den Sauropoden und Thyreophoren. Diese sind, wie sich bald zeigt, trotz der gleichen Gangart nicht bedeutend. Außer der Streckung des Femurs, der Schwäche des Trochanter quartus und eventuell dem Bau der Füße sind fast gar keine Ähnlichkeiten vorhanden, es sei denn, daß man noch die relativ recht bedeutende Größe der Vorderextremitäten heranzieht.

Als weitere Ähnlichkeit ist die Analogie des Ceratopsiden-Beckens mit jenem der Saurischier zu erwähnen, doch ist dies, wie Dollo bewies, eine sekundäre Erscheinung.

Aus der geringen Ähnlichkeit der vierbeinigen Saurischier und Orthopoden haben wir den Schluß zu ziehen, daß diese Gruppen weiter voneinander abstehen als die zweibeinigen Formen. Gelingt es uns zu beweisen, daß die zweibeinigen Dinosaurier von vierbeinigen stammen, dann ist dies ein Beweis für die diphyletische Abstammung der fälschlich als Dinosaurier zusammengefaßten Tiere, gelingt uns der Gegenbeweis, dann spricht manches für ihre Einheit.

Wir sind nun so weit, daß wir mit phylogenetischen Betrachtungen beginnen können. Halten wir die quadrupeden Dinosaurier für die primitiven Formen, aus denen sich die bipeden entwickelt haben, dann sehen wir, wie wir uns bald in eine Reihe von Widersprüchen verwickeln. Die quadrupeden Formen stammen alle aus dem Jura und der Kreide, die bipeden Formen aus der Trias. Schon dieses wirkt bei der Annahme einer Abstammung der zweibeinigen Formen von vierbeinigen recht befremdend, allein es wird noch ärger. Wenn wir den schwachen vierten Trochanter der Sauropoden und oberjurassischen Thyreophoren für ein Oriment[1] halten, dann müssen wir annehmen, daß der starke vierte Trochanter der triadischen Theropoden und des liassischen *Scelidosaurus* dessen Weiterentwicklung bezeichnet, und auch dieses ist naturgemäß unmöglich. Übrigens spricht auch der Mangel eines Sternums und der Claviculen bei den Sauropoden und Thyreophoren gegen deren primitive Stellung. Hält man diese Tiere für ursprünglich quadrupede Formen, dann ist bei der Länge der Vorderfüsse der Verlust dieser Elemente gar nicht zu begreifen, hält man sie hingegen für Abkömmlinge zweibeiniger Tiere, dann wird er viel leichter erklärlich. Gar vieles zwingt uns, wie wir sehen, einen quadrupeden Ursprung der Dinosaurier zu verwerfen.

Wie steht es nun bei Annahme der Hypothese, daß die vierbeinigen Thyreophoren und Sauropoden von zweibeinigen Formen stammen?

[1] Eine sehr glückliche, von O. Abel eingeführte Bezeichnung.

Die chronologische Reihenfolge des Auftretens aller Dinosaurier spricht nicht gegen diese Hypothese, die Abnahme des vierten Trochanters ist in solchem Falle bei allen quadrupeden Formen als eine durch das Entfallen der lateralen Schwanzbewegungen bewirkte Rückbildung zu deuten, die Reduktion des Brustschultergürtels findet ungezwungen ihre Erklärung, die vogelartige Schädelbasis des *Hypsilophodon*, *Thecodontosaurus* und *Struthiosaurus* erscheint als alter Grundzug und die auffallende Streckung des Femurs der Sauropoden und Thyreophoren scheint in dem konstanten Vorrücken des Schwerpunktes vollkommen begründet.

Gegen die Annahme eines bipeden Ursprungs der Sauropoden und Thyreophoren scheint nur die Länge ihrer Vorderfüße zu sprechen, denn eine sekundäre Verlängerung scheint auf den ersten Blick dem Dollo'schen Gesetz der Irreversibilität der Evolution zu widersprechen. Bei näherem Zusehen ergibt sich, daß auch dies nicht der Fall ist. Geht man von der Annahme aus, daß ein nicht oder nur wenig gebrauchtes Organ sofort der Reduktion anheimfällt, dann ist in dem Wiederwachsen der Vorderextremität allerdings tatsächlich ein Widerspruch gegen das Gesetz der Irreversibilität vorhanden, erblicken wir jedoch in der Entwicklung der Hinterextremität der bipeden Dinosaurier nur eine besondere Beschleunigung des Wachstums infolge der bipeden Gangart, dann kann man das spätere Wachsen der Vorderextremität einfach als „Nachwachsen“ erklären; auch bei der Entwicklung des Individuums läßt sich ein ungleichmäßiges und keineswegs gleichzeitiges Wachsen verschiedener Körperteile recht oft demonstrieren. Die früher und stärker gebrauchten Teile wachsen oft schneller als die anderen.

Das Nachwachsen in der Vorderextremität der Dinosaurier erstreckt sich in erster Linie auf die Scapula und das Coracoid, dann auf den Oberarm und den Radius, sonst beschränkt es sich im Schultergürtel auf die beiden paarigen Knochenelemente des Sternums, doch ein Wiederauftreten der schon bei den Dinosaurier-Ahnen verlorengegangenen Knochenelemente des Sternums ist bei keinem der quadrupeden Dinosaurier zu bemerken. — Statt gegen die Irreversibilität zu sprechen, läßt sich die spätere Größenzunahme der Vorderextremität der Sauropoden und Thyreophoren mit dem Gesetz der Irreversibilität ganz gut vereinen. Tornier's Rekonstruktion von *Diplodocus*, die schon wegen des schwachen Brustgürtels dieses Tieres mechanische Unmöglichkeiten voraussetzt, leidet bei der Annahme, daß die Sauropoden-Dinosaurier von bipeden Formen stammen, allerdings besonders glänzend Schiffbruch.

Phylogenetisch wichtig scheint die Beobachtung, daß die vierfüßigen Thyreophoren so wie die primitiven Ornithopoden bloß biplane, die Sauropoden jedoch insgesamt convexoconcave Hals- und Rumpfwirbel besitzen. Es beweist dies, daß sich die Thyreophoren

von bloß mit biplanen Wirbeln versehenen Ornithopoden, die Sauropoden jedoch von mit bereits convexoconcaven Wirbeln ausgestatteten Theropoden losgelöst haben dürften. Infolge der quadrupeden hochbeinigen Gangart und der Kürze des Rumpfes ist bei den Sauropoden an ein selbständiges Entwickeln convexoconcaver Rückenwirbel doch nicht recht zu denken und das Persistieren der Opisthocölie im Rumpfe der Sauropoden wäre dann auf diese Weise als ererbte, und wenn auch nicht besonders nützliche, doch nicht schädliche Eigenschaft zu deuten.

Die Fußstruktur der quadrupeden Dinosaurier, denen die Zehenreduktion noch abgeht, beweist, daß sich auch die quadrupeden Formen verhältnismäßig bald von den zweibeinigen Formen losgelöst haben müssen, die Kürze ihrer Metatarsen und Metacarpen spricht dagegen, daß ihre Vorfahren schnelle Läufer waren. Auf die akromegalen Veränderungen bei diesen Tieren wurde schon im zweiten Teile dieser Notizen gewiesen, und nun können wir daran gehen, die Ahnen der Orthopoden und Saurischier auf Grund aller dieser Erörterungen im allgemeinen zu rekonstruieren.

Der sicher eher carnivore Ahne der Theropoden verband jedenfalls mit leichtem Knochenbau eine aufrechte Haltung, er hatte eine vogelartige Schädelbasis mit bei dem Gehörorgan relativ breitem Hirn, dann hatte er einen abwärts gerichteten Hinterhauptcondylus, langen Hals, biplane oder biconcave Hals- und Rückenwirbel, die Clavicula fehlte, die Scapula war lang und schmal, das mit einem vierten Trochanter versehene Femur war kürzer als die Tibia. Bauchrippen waren vorhanden, die Pubis war mit dem unteren Ende vorwärts gerichtet, die Haut nackt und, wie die Haut der Sauropoden zeigt, mit polygonalen Schuppen bedeckt. Der herbivore Ahne der Ornithopoden war diesem Tiere äußerlich recht ähnlich. Auch er ging aufrecht, hatte leichten Knochenbau, vogelartige Schädelbasis. Sein Hirn erinnerte an jenes des Ahnen der Theropoden. Er hatte eine schmale lange Scapula, ein mit einem vierten Trochanter ausgestattetes Femur, das kürzer war als die Tibia, biplane oder biconcave Hals- und Rückenwirbel, dann nackte, mit polygonalen Schuppen bedeckte Haut, und auch ihm fehlte die Clavicula, doch fehlten ihm auch die Bauchrippen, ferner schaute aber bei ihm das untere Ende der Pubes gegen rückwärts. Merkwürdig waren bei dieser zweiten Stammform auch die verknöcherten Sehnen längs des Rückens.

Wir wir sehen, sind die Differenzen zwischen den hypothetischen Stammformen der Orthopoden und Saurischier nicht bedeutend. Wir fragen uns nun, ob wir Anhaltspunkte haben, um uns die Differenzen der Merkmale im Baue des primitiven Saurischiers und primitiven Orthopoden von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus zu erklären. Alle die Differenzen reduzieren sich auf Unterschiede in dem Baue des Beckens, der Bauchrippen und gewisser Sehnen der Wirbelsäule. Ferner zeigen sich, und

dies ist ganz besonders zu betonen, im Gebisse Differenzen, die auf verschiedene Kost weisen. Es scheint gewiß, daß die Ahnen der Saurischier Fleischfresser, die Ahnen der Orthopoden jedoch Pflanzenfresser waren.

Nehmen wir an, es hätten sich die in vielen Punkten ähnlichen Dinosaurierahnen aus einer gemeinsamen omnivoren Stammform entwickelt, und untersuchen wir nun, welche Körperteile von der Zweiteilung der Diät in erster Linie beeinflußt werden mußten. Außer dem Gebisse beeinflußte die Zweiteilung jedenfalls in erster Linie auch den Magen und die Gedärme.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß genau so wie bei den pflanzenfressenden Säugetieren auch bei allen pflanzenfressenden Reptilien der Verdauungstrakt länger und komplizierter gebaut ist als bei den entsprechenden fleischfressenden Formen. — Entwickelte sich daher aus einem omnivoren Urdinosaurier eine pflanzenfressende Form, so mußte sich wahrscheinlich auch bei dieser der Darmtrakt vergrößern. Ein Vergrößern des Darmtraktes bedeutet nun aber eine Verlegung des Schwerpunktes gegen vorne, und gesellte sich zu dieser Schwerpunktverlegung noch weiter etwa das Bestreben hinzu, hoch aufgeschossene Farntriebe zu benagen, nun dann konnte sowohl der Wiederherstellung des Gleichgewichtes als auch den Futterbedürfnissen nur eine steilere Aufrichtung des Rumpfes genügen.

Mit einer steileren Aufrichtung des Rumpfes verlegt sich von selbst der Schwerpunkt der in der Bauchhöhle teils hängenden, teils liegenden Gedärme. Sollte trotz der Aufrichtung des Körpers sich die Verteilung der stets zunehmenden Darmlast auf Pubis und Gekröse unverändert erhalten, so mußte sich die Pubis modifizieren. Eine zweckentsprechende Modifikation konnte durch eine abwärts gerichtete Pubisrotation erfolgen. Wahrscheinlich haben wir uns daher das Einsetzen der Pubisrotation der primitiven orthopoden Dinosaurier mit der Aufrichtung ihres Körpers infolge der neuerworbenen Pflanzennahrung zu erklären. Daß eine einmal eingeleitete Pubisrotation auch über die Zweckmäßigkeit hinaus anhielt, ist wohl aus dem bei der Entwicklung vieler Tiere bemerkbaren Trägheitsgesetze zu erklären. Als Beispiele des Trägheitsgesetzes lassen sich alle jene Entwicklungserscheinungen anführen, die zu schließlich den Untergang der Form bewirkender Hypertrophie führen. Als klassisches diesbezügliches Beispiel kann die Entwicklung des Hirschgeweihes gelten, die schon in ihrem jetzigen Stadium eine alljährlich wiederkehrende bedeutende und jedenfalls recht schädliche Schwächung des Hirsches nach sich zieht.

Als Folgeerscheinung der Pubisrotation haben wir wahrscheinlich die bei den Orthopoden gleichfalls bemerkbare Ischiumrotation zu deuten. Wie aus den Abbildungen im vierten Teile dieser Dinosauriernotizen hervorgeht, ist der Winkel zwischen Ischium und Schwanzwirbelsäule bei den Camptosauriern größer als bei den

Iguanodonten, bei den Iguanodonten größer als bei den Trachodontiden. Er nimmt also im Laufe der Stammesgeschichte ab, und da er außerdem beim Männchen kleiner ist als beim Weibchen und die Ausbildung des Ischiocaudalwinkels auf diese Weise scheinbar von sexuellen Differenzen beeinflußt wird, so spielen anscheinend bei der Bestimmung seiner Größe außer der Pubisrotation auch andere, allerdings derzeit noch unbekannte Faktoren eine Rolle; welches aber diese sind, wird wohl erst in Zukunft eine genaue Untersuchung verschiedener Vogelbecken lehren.

Da wir den Beginn der Pubisrotation der Ornithopodiden in einer durch den Übergang zur Pflanzennahrung bedingten Gewichtszunahme des Darmtraktes suchten, haben wir zu untersuchen, ob, abgesehen von der Pubisrotation, auch andere Belege für diese Gewichtszunahme existieren.

Die Zunahme des Gewichtes eines Teiles zeigt sich am Tierkörper stets durch die Zunahme seiner Stützen; vergrößerte sich bei den Orthopoden infolge ihrer Nahrung das Gewicht des vor dem Acetabulum liegenden Körpers, dann mußte sich dies auch in jenem Teile äußern, der den vor dem Acetabulum liegenden Körperteil und sein Gegengewicht, nämlich den Schwanz, verbindet; als solcher Verbindungsteil muß die Zugwirkungen ausgesetzte Neurapophysenreihe der hinteren Dorsal-, der Sacral- und der Caudalwirbel gelten. Das Vorkommen von verknöcherten Sehnen auf allen diesen Neurapophysen führt unwiderleglich den Beweis, daß die Inanspruchnahme dieser Teile schon bei den primitiven Orthopoden ganz besonders groß war. Sie war jedenfalls bedeutend größer als jemals bei den Theropoden, und da nun die verknöcherten Sehnen eben den auf tangentialen Zug eingestellten Sehnen entsprechen, erkennen wir auch daraus, daß unsere bloß aus der Nahrungsänderung deduzierten Ansichten über die Gewichtsverhältnisse der Orthopoden den Tatsachen entsprechen.

Der merkwürdige Umstand, daß die verknöcherten Sehnen der primitiven Orthopoden im Laufe der Entwicklung nicht wieder verschwinden, findet darin seine Erklärung, daß der Kampf zwischen aufrechter Haltung und Vorwärtsverlegung des Schwerpunktes, wie bereits erörtert, in mannigfacher Weise fast bis zum Erlöschen der Orthopoden anhielt.

Das Verschwinden der Bauchrippen der Orthopoden wird natürlich aus der Pubisrotation erklärbar.

Der allen Dinosauriern gemeinsame Ahne, wie er sich uns auf Grund dieser Erörterungen darstellt, der Prodinosaurier, erinnert in vielem an den hypothetischen Proavis, er unterscheidet sich von ihm nur durch Claviculamangel und durch ein schwaches Sternum. Ob wir den Prodinosaurier einen Pseudosuchier oder Dinosaurier nennen, scheint von untergeordneter Bedeutung, doch wollen wir auch dies entscheiden. Da er sich durch seine Schädel-

basis, seinen langen Hals, seinen konstant aufrechten Gang, den Mangel an Schlüsselbeinen und seinen Trochanter quartus jedenfalls von allen den bisher bekannten Pseudosuchiern unterschieden haben muß, müssen wir ihn zu den Dinosauriern stellen. Von diesem Ahnen, der seine aufrechte Körperhaltung wohl dem Leben in einem ariden Milieu der Permzeit verdankte, mußten die primitiven Ornithopoden und Theropoden und erst von diesen die Thyreophoren und Sauropoden stammen, und zwar werden wir der Entwicklung der herbivoren Gruppe eine größeren Pflanzenwuchs fördernde Zunahme der Luftfeuchtigkeit zugrunde legen. Zunehmende Luftfeuchtigkeit charakterisiert vielerorts das Oberperm und die Trias, und es ergibt sich auf diese Weise nun für die ganze Evolution der Dinosaurier nachfolgendes biologisches Schema:

Fünfzehige, kurzhalsige, lacertoide, omnivore, quadrupede Form (Pseudosuchier)

Fünfzehige, langhalsige, bipede, omnivore Wüstenform der Permzeit (Prodinosaurier)

<table>
<tr><td colspan="2">Fünfzehige, bipede, herbivore Festlandform eines feuchteren Klimas (primitive Orthopoden der Trias)</td><td colspan="2">Fünfzehige, bipede, carnivore Formen des Festlandes (primitive Saurischier der Trias)</td></tr>
<tr><td>Quadrupede, herbivore u. insectivore Panzertiere des Festlandes (Thyreophora des Jura u. d. Kreide)</td><td>Bipede, tridaktyle Sumpftiere (Ornithopodidae des Jura und der Kreide)</td><td>Bipede, tridaktyle carnivore Festlandformen (Theropoden des Jura und der Kreide)</td><td>Quadrupede, omnivore Sumpftiere (Sauropoden des Jura)</td></tr>
</table>

Für die Beurteilung der Einheit der Dinosaurier ist natürlich diese Auffassung von einschneidender Bedeutung.

Zum Schlusse dieser Notizen sei es mir gestattet, jenen Herren zu danken, die mir bei deren Abfassen geholfen haben. Es waren dies: Prof. G. v. Arthaber, der mir einen Teil der hiezu notwendigen Literatur aus seiner eigenen Bibliothek leihweise überließ; Prof. Ritter von Stejskal, der mich in die der Gesellschaft der Ärzte Wiens einführte, wodurch ich in der Lage war, deren reichhaltige Bibliothek zu benützen; Dr. Toldt in der Zoolog. Abteilung des Wiener Hofmuseums; endlich Prof. Tandler am Wiener Anatom. Institute, bei dem ich das für Vergleiche notwendige rezente Material studierte.

Wien, Dezember 1917.

Zur unteren Kreide von Mombassa (Ostafrika) und über Exogyra Minos Coq.

Von **W. O. Dietrich,** Berlin.

Über das Vorkommen fossilführenden Neocoms auf dem Festlande bei Mombassa scheint bis heute nicht mehr bekannt zu sein, als was Beyrich[1] vor 40 Jahren auf Grund der Angaben und Aufsammlungen des Reisenden W. J. Hildebrandt mitteilte. Futterer[2] hielt noch 1894 die Beyrich'sche Altersbestimmung der Bestätigung durch weitere Funde bedürftig und setzte — zu Unrecht, wie wir sehen werden — hinzu: „Andere Lamellibranchiaten [als *Exogyra* cf. *aquila* oder *Couloni* und *Alectryonia* cf. *macroptera,* auf welche hin Beyrich das neocome Alter aussprach] oder sonstige zur Bestimmung geeignete Fossilien liegen nicht vor.“ 1900 hat sodann G. Müller[3] die *Exogyra* als *E. Minos* Coq. bestimmt und den Nachweis von Unterkreide in einem schmalen Küstenstreifen zwischen Kisauni (Freretown) und Takaúngu durch Beyrich für richtig erklärt. Da inzwischen *E. Minos* auch aus dem Hinterland von Lindi, D.-Ostafrika, bekannt geworden war, parallelisierte Krenkel[4] 1909 das Mombassaner Vorkommen mit der Zone der *Trigonia Schwarzi,* deren stratigraphischer Umfang — ob sie im wesentlichen nur das Hauterive in sich begreift, oder das Valendis und Barrême ganz oder teilweise mit umfaßt — sich bisher trotz zahlreicher paläontologischer Versuche[5] nicht sicher hat ermitteln lassen.

In Haug's Lehrbuch (II, 2. p. 1231) verdichten sich Beyrich's Angaben zu dem Satz: „Bei Mombassa findet sich ein Apt-Aufschluß, der *Exogyra aquila* und *Alectryonia macroptera* geliefert hat.“ In Hennig's Kritik der von Fraas und Muff gegebenen Profile der Ugandabahn, landeinwärts Mombassa[6], wird erneut der Hilde-

[1] Über Hildebrandt's geologische Sammlungen von Mombassa. Monatsber. Akad. Wiss. Berlin. 1878. p. 773.

[2] Beiträge zur Kenntnis des Jura in Ost-Afrika. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **46**. p. 14. 1894.

[3] Versteinerungen des Jura und der Kreide. In Bornhardt, Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas. **7**. p. 548. 1900.

[4] In Dacqué und Krenkel, Jura und Kreide in Ostafrika. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXVIII. p. 198.

[5] Von G. Müller, Krenkel und den Mitarbeitern an den „Wissenschaftlichen Ergebnissen der Tendaguru-Expedition“.

[6] Zur Paläogeographie des afrikanischen Mesozoicums. p. 110. Branca-Festschrift 1914. — Auf seiner Karte der früheren Meeresräume innerhalb Afrikas (Peterm. Mitt. 1917. Taf. 12) hat Hennig die bisherigen Angaben — mit Recht — übernommen.

BRANDT'schen Funde gedacht. Es ist nach HENNIG „wesentlich, daß MUFF die höchsten Lagen des kontinuierlichen und ungestörten Profils zwischen Kisauni und Takaungu der Kreide zurechnet, die ja schon seit langem durch Einzelfunde von *Ostrea Minos* gesichert erschien". Herr HENNIG teilt mir ferner auf Anfrage freundlichst mit, daß er an dem Vorkommen zuletzt fast gezweifelt habe. „So nahe der Küste müßte doch, wo *Exogyra Minos* vorkommt, seither mehr zu finden gewesen sein. Die Engländer haben in ihren ‚Reports' auch ständige geologische Berichte, nie aber ist meines Wissens weiteres Material beigebracht worden. Ob nicht in den HILDEBRANDT'schen Sammlungen irgend ein Fehler untergelaufen sein könnte?" Es scheint also, daß HILDEBRANDT's Fundpunkt[1] bis heute nicht wieder entdeckt worden ist, und bei dieser Sachlage dürfte es nicht überflüssig sein, das Wenige, was aus den HILDEBRANDT'schen Aufsammlungen noch nicht veröffentlicht ist, bekannt zu machen. Der Zweck soll sein, einmal das Vorhandensein der unteren Kreide, das angezweifelt ist, aufs neue darzutun, sodann eine schärfere Horizontierung zu versuchen und endlich die Mombassaner Exemplare von *E. Minos* in Verbindung mit einem reichen Material von Niongala (D.-Ostafrika) zu diskutieren. — Außer den Austern liegen von dem ostwärts der Hügel von Coroa Mombassa zwischen Kisauni und Takaungu gelegenen Fundpunkt vor: eine Spongie, Korallen und ein Nerineenbruchstück. Davon konnten die Korallen bestimmt werden als:

Eugyra Cotteaui D'ORB.
Hydnophora sp.
Dimorphastraea mombassana n. sp.

Der *Hydnophora*-Rest ist verkieselt und weicht dadurch von den beiden anderen Korallen, die aus verwitterten, gelben Kalken stammen, ab; da die Zugehörigkeit zur unteren Kreide zweifelhaft ist, berücksichtige ich ihn nicht weiter. Die beiden anderen Korallen rühren dagegen mit großer Wahrscheinlichkeit wie die Austern aus einem fossilreichen, blauschwarzen, verwittert rostgelben und sandigen Kalke her. Die nicht bestimmbare Nerineenspitze könnte, wie man nach dem Gestein im Innern vermuten möchte, aus einem Orbitolinensandstein oder -mergel stammen. Der Färbung und der anhaftenden Kruste nach gehören auch die von BEYRICH und FUTTERER zu den Oberoxfordammoniten gestellten Belemniten- und Aptychenbruchstücke in die Fauna der blauen Kalke mit *Exogyra Minos*; aber da ich sie nicht bestimmen konnte,

[1] Daß FRAAS, der 1907 bei Mombassa sammelte, ihn nicht auffand, liegt daran, daß er jene Gegend, das Festland nordöstlich Mombassa, nicht besucht hat (FRAAS, Beobachtungen über den ostafrikanischen Jura. Dies. Centralbl. p. 650, 1908).

möchte ich diese Frage auf sich beruhen lassen. Nach Abzug des Zweifelhaften bleiben also aus dem neocomen Austernkalke übrig:

Eugyra Cotteaui d'Orb.	*Alectryonia* sp.
Dimorphastraea mombassana n. sp.	*A.* cf. *macroptera* (nach Beyrich)
	Exogyra Minos Coq.

Die Korallen werden in einer Monographie der „Steinkorallen der Lindiformation (Malm und Unterkreide) im südlichen Deutsch-Ostafrika" behandelt [1]. Das *Eugyra*-Fragment ist unverkennbar; es besteht aus 14 geraden, untereinander parallelen Tälern und Rücken. Eine jurassische mäandrine Form ist ausgeschlossen. Als randliches Bruchstück eines größeren Stockes stimmt es in allen Merkmalen mit der genannten d'Orbigny'schen Art überein. *E. Cotteaui* ist eine weitverbreitete Art des Hauterive und Urgon; sie kommt z. B. auch im Urgon des Hinterlandes von Kilwa vor. Ihr Auftreten bei Mombassa beweist mit hoher Wahrscheinlichkeit eine neocome Ablagerung, auch für den Fall, daß die *Exogyra Minos* für hinfällig erachtet werden sollte, wovon gleich die Rede sein wird. Die neue Thamnastraee ist stratigraphisch nicht verwertbar; sie läßt sich sowohl mit oberjurassischen als untercretaceischen europäischen Arten in nähere Beziehung bringen, so mit *D. explanata* From. aus dem Valendis und Hauterive und *D. concentrica* Beck. aus dem Untertithon. Es liegt aber kein Grund vor, sie in das Mombassaner Oxford zu stellen, um so weniger als ihre Unterseite mit Exogyrenbrut, wahrscheinlich von *E. Minos*, besetzt ist. — Das Urstück zu Beyrich's *Alectryonia* cf. *macroptera* hat sich nicht mehr auffinden lassen. Von *E. Minos* liegen 10 Exemplare vor; sie zeigen nach Färbung und Erhaltung eine geradezu auffallende Übereinstimmung mit Aptfossilien aus Columbien und Venezuela, so daß sie von Stücken von Bogotá, Zapatóca bei Buccaramanga, nicht zu unterscheiden sind. Aber der Gedanke, daß Beyrich das Opfer einer Täuschung oder gar eines Betrugs geworden sein könnte, scheint mir, ganz durchgedacht, absurd und vollkommen abzuweisen. Gerade auch die Korallen sprechen gegen einen solchen Verdacht. Nach wie vor ruht das Schwergewicht des Mombassaner Neocoms auf *E. Minos*. Über diese Art seien einige Worte gestattet. Die Unterschale der Mombassaner Exemplare erreicht eine für die Art ungewöhnliche Dicke und der freie, gewölbte Rand daher eine bedeutende Höhe (bis 8 cm). Der mittlere Schalenteil zeigt grobe Luftblasenbildung; auch an den viel weniger dickschaligen deutschostafrikanischen und südamerikanischen Exemplaren beobachtet man diese Schalenauflockerung. Die Rippen sind weite, flache Wellen.

[1] Wird im Archiv für Biontologie, herausgeg. von der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, erscheinen.

Die übrigen Merkmale, soweit sie konstant sind, sind die für die Art allgemein charakteristischen: Die Bandrinne, in der Jugend schmal und lang, erweitert sich im Alter zu einer breiten Fläche. Der Muskel durchsetzt in schräger, auf den Beschauer zulaufender Richtung, die Schale; die Muskelbahn wird durch die jüngste Schalenlage jeweils verschlossen, der Muskeleindruck ist also in beiden Schalen flach. Die Angaben[1] tiefer, oder in beiden Schalen verschieden tiefer, oder nach dem Wirbel zu an Tiefe zunehmender Eindrücke, beziehen sich lediglich auf Erhaltungszustände. Der große, am Oberrand geradlinig abgestutzte Muskeleindruck liegt stets dem Wirbel genähert, und die randständige Ecke zeigt meist deutlich nach dem Wirbel hin. — Ein Gebilde, das in der Oberschale von *E. Minos* anscheinend fast immer auftritt, bedarf noch der Erwähnung: Eine scharfe Einfaltung des Schalenrandes dicht unter dem Wirbel, die, wenn sie durch Zuwachslagen massiv wird, den Eindruck eines kräftigen Schloßzahnes erweckt. Die Erscheinung ist von mehreren Beobachtern, so von Krenkel[2] und zuletzt von Lange[3] beschrieben worden. Auch d'Orbigny, Pictet und Karakasch bilden sie ab, ohne bei ihr zu verweilen. Die Schalen von Niongala, deren wir etwa 40 in allen Altersstadien besitzen — die Art muß hier Austernbänke gebildet haben —, zeigen sie in verschiedener Ausbildung, von der einfachen Einstülpung bis zum massiven, gekerbten oder glatten Zahn. Da diese Exemplare zweifellos einer Population angehören, ist die von Lange neben der Deutung als Schloßgebilde angeführte Erklärung, daß es sich um eine traumatische Bildung handle, nicht haltbar, und überdies kommt die zahnartige Falte bei *E. Minos* der verschiedensten Fundpunkte (Krim, Schweiz, Frankreich) vor. Daß sie die Funktion eines kräftigen Schloßzahnes besitzt, dürfte bei diesen festgewachsenen, zur Dickschaligkeit neigenden Klappen einleuchtend sein, um so mehr als ihr in der Unterschale in der Jugend eine Ausbuchtung der Schalenrandfläche, später bei stärkerer Schale eine Grube entspricht. Ich glaube nicht, daß lediglich ein äußerer mechanischer Reiz die Ursache des Faltenwurfs, aus dem eine innere Schalenverdickung hervorgeht, ist, sondern bin vielmehr der Ansicht, daß die starke Wachstumskrümmung des Schalenvorder-

---

[1] z. B. bei O. Haupt, Beiträge zur Fauna des oberen Malm und der unteren Kreide in der argentinischen Cordillere. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIII. p. 210. 1907.

[2] Die untere Kreide von Deutsch-Ostafrika. Beitr. z. Paläont. u. Geol. Österr.-Ung. u. d. Orients. **23**. p. 206. Taf. 20 Fig. 4. 1910.

[3] Die Lamellibranchiaten, Brachiopoden usw. der *Trigonia Schwarzi*-Schicht usw. Arch. Biont. 3, 4. p. 219. Taf. 18 Fig. 5. Lange hat das einzige von Mikadi ihm damals vorliegende Exemplar als *Exogyra* sp. beschrieben. Es handelt sich, wie sich mit Hilfe der Niongaler Schalen leicht feststellen läßt, um eine abgeblätterte *E. Minos*.

teils die Einfaltung des Schalenrandes unmittelbar hinter der Wirbelspitze und unterhalb der Bandrinne veranlaßt. Zwischen Wirbel und Muskelansatz entsteht ein Wachstumsdruck, dem der dazwischenliegende Teil des Mantelrandes durch Auffaltung nach innen ausweicht. Nicht ohne Einfluß scheint dabei zu sein, daß die Oberschalen fast immer mit Schalen anderer Individuen besiedelt sind, wodurch ein Herausdrehen des Wirbels aus der Schalenfläche beeinträchtigt oder verhindert wird. Dadurch, daß aber der Wirbelteil gezwungen ist, in der Schalenebene zu wachsen, werden die zwischen dem umbonalen Schalenteil (mit starkem Krümmungswachstum) und dem nur nach unten wachsenden Schalenhinterteil bestehenden unausgeglichenen Wachstumsdrucke noch verstärkt. Auf die weiteren Fragen, die sich an diese Schaleneinfaltung knüpfen, ob sie z. B. bis zur Neuerwerbung eines Kardinalzahns führt, will ich nicht eingehen, sondern nur noch anführen, daß ich eine ähnliche Einfaltung und Zahnbildung, wie die hier von *E. Minos* beschriebene, bei keiner anderen *Exogyra*-Art beobachtet habe. — Die vertikale Verbreitung von *E. Minos* reicht vom Valendis bis ins Apt. In Europa findet sich die Art hauptsächlich im Hauterive; für Krenkel's Angabe[1], daß sie hauptsächlich das Valendis und Hauterive kennzeichne, finde ich keine Anhaltspunkte; im Gegenteil scheint *E. Minos* in der Valendisstufe sehr selten zu sein. Ordnet man ein einigermaßen reichhaltiges Material dem geologischen Alter nach an, so ist unverkennbar, daß die geologisch jüngeren Vertreter bedeutend größer sind als die älteren. Die folgende Zusammenstellung enthält eine Reihe von Maximalwerten, die ich teils selbst gemessen, teils der Literatur entnommen habe.

Es erreichen:

	Höhe	Länge
Die Formen der Valendis-Stufe	—	—
„ „ des nordwestdeutschen Hauterive	8,5 cm	5 cm
„ „ „ schweizerischen und französischen Hauterive	9,5 „	5—9 „
„ „ „ Hauterive der Krim	9 „	6—7 „
„ „ „ Barrème	—	—
„ „ der *Trigonia Schwarzi*-Zone im südlichen Deutsch-Ostafrika	13 „	9,5 „
„ „ des Apt in Columbien und Peru	11,6 „	7,4 „
„ „ der unteren Kreide der argentinischen und chilenischen Cordillere	12 „	8 „
„ „ „ unteren Kreide von Mombassa	12 „	8 „

Die Liste wäre beweiskräftiger, wenn wir das Alter der *Trigonia Schwarzi*-Schicht sicher kennen würden. Diese „Schicht“

---

[1] 1910. a. a. O.

enthält Formen, welche in Europa das obere Valendis, Hauterive und Barrême kennzeichnen; ihre Muschel- und Schneckenfauna macht im ganzen den Eindruck einer neritischen Hauterivefauna. Aber gerade in Niongala, wo *E. Minos* am häufigsten gefunden wurde — von Ntandi und Mikadi ist nur je ein Exemplar bekannt[1] —, überwiegen unter den Cephalopoden die Hamulinen, Ancyloceraten und Crioceraten, welche auf Barrême hinweisen. Krenkel[2] stellt darum die „Crioceraten- und Ancyloceraten-Schichten von Niongala" in das Barrême. Da unter den etwa 40 Arten Mollusken, Echiniden und Korallen der Niongaler Fauna keine einzige ist, die gegen diese Horizontierung spricht, wohl aber viele Arten vorhanden sind, die auch in jüngeren Horizonten noch vorkommen (z. B. *Nautilus pseudoelegans, Exogyra aquila, Ptychomya Kitchini, Sphaera cordiformis, Astrocoenia pseudominima*), so ist ihr Alter als Barrême wohl nicht zu jung angesetzt. Wir kommen dann für die Mombassaner Exogyrenkalke zu dem Ergebnis, daß sie nicht älter als Barrême, wahrscheinlich aber noch etwas jünger, Apt, sind. Die Aptstufe ist in der „großen afrikanischen Meeresstraße" (Uhlig) so mannigfaltig entwickelt, daß das Auftreten von blauen Exogyrenkalken bei Mombassa nicht überraschen kann.

Besprechungen.

Victor Goldschmidt: Atlas der Kristallformen. Carl Winter's Universitätsbuchhandlung. Heidelberg.

Schon einmal, durch Schrauf, ist der Versuch gemacht worden, die bis dahin bekannt gewordenen Abbildungen der Kristallformen des Mineralreichs in einem Atlas zu vereinigen, er ist aber schon im Anfang stecken geblieben, nicht über C hinaus gekommen. Verf. hat sich nun die große Aufgabe gestellt, alle publizierten Kristallfiguren der Mineralien in diesem Atlas zu vereinigen, nachdem er zuvor in dem dreibändigen „Index der Kristallformen der Mineralien" (1886—1891) alle bekannten Formen zusammengefaßt und kritisch gesichtet, und in den „Winkeltabellen" (1897) die für Messungen mit dem zweikreisigen Goniometer wichtigen Winkel berechnet und zusammengestellt hatte. Es fehlte in diesem großen Lebenswerk, das als Einheit betrachtet werden will, noch eine Zusammenfassung

[1] Die Art wurde von W. Janensch ferner am Likonde-Ostabhang (*Schwarzi*-Zone) und am Nambawala-Plateau (Namgaru-Tal) bei „Pilepile" (*Schwarzi*-Zone oder höher) gesammelt.

[2] 1910. a. a. O. p. 247.

der Abbildungen zum Zweck der Anschauung; diese soll in dem Atlas gegeben werden, und zwar so vollständig wie nur irgend erreichbar. Nur wer, wie Verf., seit drei Jahrzehnten mit unermüdlichem Fleiß das weit zerstreute Material gesammelt und verarbeitet hat und keine Mühe und Kosten scheut, konnte mit Aussicht auf Erfolg dies gewaltige Werk übernehmen.

Die Reproduktion der Figuren geschah photo-zinkographisch. Dadurch war es möglich, die Originale fast fehlerfrei (soweit sie nicht selbst fehlerhaft waren) wiederzugeben und alle Abbildungen auf ähnliche Größe zu bringen. Die Art der Reproduktion bringt es mit sich, daß auch die Aufstellung, die je ein Autor für ein Mineral gewählt hat, beibehalten wird, so daß also ein und dasselbe Mineral bei gleicher Formenausbildung doch durch mehrere Abbildungen dargestellt wird, wie z. B. Cölestin. Das Verständnis der Figuren wird durch Vergleichstabellen vermittelt, denen Bemerkungen und Korrekturen beigegeben sind; zu jeder Figur wird der Fundort und die oft sehr ausführliche Literatur angegeben. Diese Angaben sind in besonderen Bänden vereinigt, so daß zu je einem Tafelband ein Textband gehört. In den einzelnen Bänden sind die Mineralien alphabetisch, die Abbildungen für je ein Mineral nach der Zeit des Erscheinens geordnet, eine andere Anordnung war wohl nicht gut möglich, dies bringt aber eine gewisse Unübersichtlichkeit über die Formenausbildung reich entwickelter Mineralien mit sich, wie z. B. bei Calcit. Bilder, die eine Deutung der Formen durch Symbole nicht zuließen, wie z. B. die Schneekristalle, sind nur ausnahmsweise aufgenommen worden. Im allgemeinen aber wurde Vollzähligkeit der reproduzierten Figuren angestrebt etwa bis 1905.

Die Ausstattung des Werkes ist ganz hervorragend gut, Ref. dünkt es sogar, als ob dem künstlerischen Geschmack in einem Punkte zu weitgehend Rechnung getragen sei, indem das rauhe gekörnelte starke Papier der Atlasbände die Abbildungen nicht mit der Feinheit wiedergibt, als dies durch glattes Papier der Fall hätte sein können; es mag aber auch sein, daß das Original nicht immer so scharf gezeichnet war, wie man leicht voraussetzt.

Der Umfang des Werkes ist auf 8 Tafelbände und ebensoviel Textbände berechnet, zu je etwa 200 Tafeln. Der Atlas würde nach seinem Abschluß etwa 1600 Tafeln mit 25—30 000 Abbildungen umfassen, wozu die Zinkklischees bereits vorliegen, so daß die Vollendung nach menschlicher Voraussicht in wenigen Jahren zu erwarten ist. Bisher (seit 1913) liegen drei Tafel- und Textbände vor mit den Mineralien Adamin bis Feldspat, der letzte Band ist während des Krieges (1916) erschienen, trotz aller Schwierigkeiten in ebenso gediegener Ausstattung wie die vorhergehenden. So wünschen wir dem Verf. wie der Wissenschaft, daß die Fertigstellung dieses großen Werkes gelingen möge.

R. Brauns.

K. Sapper: Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. (Schrift. d. Wissensch. Ges. in Straßburg. 27. Heft. 1917. Mit Nachtrag.) (Schluß.)

2. Westsüdwestliche Umrandung.

a) Andamanen und Sumatra. Zu den Andamanen gehört der Vulkan auf Barren Island, 1789 und 1803—1804 tätig gewesen, seitdem im Solfatarenzustand.

Von Sumatra liegen nur spärliche Nachrichten über die vulkanische Tätigkeit in früherer Zeit vor. Eine solche zeigten der Goldberg (Solawaih Agam), Turni Telong, Sorieq Berapi, der Goenoeng Merapi, Goenung Salassi, Tandikat, Indrapoera, Goenoeng Soembing, Kaba; der Krakatao ist seit 1884 nicht mehr tätig gewesen. Im großen ganzen ist die vulkanische Tätigkeit auf Sumatra nicht sehr rege, meistens hat es sich um die Förderung von Lockerprodukten gehandelt.

b) Java. Im westlichen Java (Bantam) ist nur solfatarische Tätigkeit bekannt. Weiterhin ist häufig tätig der Gedé; Tangkoebanprahoe, Goenoeng Goentoer; eine sehr verheerende Eruption hatte 1822 der Warirang am Ostrand des Galoenggoengkraters, mit schwerer Verfinsterung, Auswurf ungeheurer Schlammassen, Bildung eines mächtigen Schlammstromes, Vernichtung von Ansiedelungen und von über 4000 Menschenleben. 1894 mächtige Explosion, Förderung von 22 Mill. m^3 Asche, die bei den Ausbruchspunkten bis 25 m mächtig wurde und ein Areal von 25660 km^2 bedeckte. Papandajan, berühmter Lavadurchbruch und Explosion 1772. Tjerimai, Slamat, Batoek, Goenoeng Pakuodjo, Sendoro; „der Merapi ist einer der Vulkane Javas, die im Laufe des letzten Jahrhunderts besonders auffällige Veränderungen des Kraters erlitten haben, namentlich dadurch, daß sich in ihm zuweilen Lavapfropfen (d. i. meist Kegel loser Lavablöcke) bilden, die durch Druck von unten heraufgehoben und durch explosive Ausbrüche wieder ausgeschleudert werden können, während ruhigere hebende Tätigkeit nur einzelne Blöcke zum Abrollen bringt.“ Ein solcher Pfropfen wird seit 1865 beobachtet; er hatte 1866 200 m Höhe; die abbrechenden Brocken sind glühend und haben schon wiederholt beim Niederrollen über den Berghang Personen getötet. Lawoe Merbaboe; Keloet schleudert von Zeit zu Zeit unter Bildung verheerender Schlammströme seinen Kratersee aus. Der Smeroe ist der höchste und zugleich der tätigste Vulkan Javas, abgesehen von jahrelangen Ruhepausen ständig tätig; der benachbarte, ebenfalls recht tätige Bromo hatte im Jahre 1842 monatelang einen Lavasee in seinem Krater, nachdem vorher ein Kratersee vorhanden gewesen und infolge eines schweren Ausbruchs verschwunden war. Zahlreiche Ausbrüche hatten auch der Lemongan, der Raoen und der Ringgit. Die javanischen Vulkane scheinen

im XVI., XVII. und XVIII. Jahrhundert tätiger gewesen zu sein als jetzt; ihre Lockerförderung ist viel bedeutender als ihre effusive Tätigkeit, sie dürfte 1 km^3 im letzten Jahrhundert weit überschritten haben.

c) Kleine Sunda-Inseln. Südliche Molukken. Auf Bali der Goenoeng Agoeng und der Batoer. Der Temboro hat 1815 mit einer äußerst schweren Eruption die Insel Soembava in eine Wüste verwandelt, 12000 Menschen getötet; die geförderten Lockermassen wurden von Junghuhn auf 300 km^3, von Verbeek auf 150 km^3 geschätzt. Auf Sangean der Goenoeng Api, wiederholt tätig im XIX. Jahrhundert. Auf Flores Ijia, Goenoeng Puï, Egon, Geli Mutu, Lobetobi Laki Laki, Goenoeng Leworoh. Auf Timor gibt es nach Molengraaff's Mitteilung keine echten Vulkane, sondern nur Schlammvulkane. Auf Adonara der Goenoeng Boleng, auf Lomblen der Lobetoll; auf Batoetara der Poeloe Komba, „der indische Stromboli“, wenigstens seit 1847 ununterbrochen tätig. Insel-Vulkan Goenoeng Api bei Wetar. Der Vulkan von Dammer ist nach Verbeek der größte unter den Vulkanen der Bandasee; ein Ausbruch ist nicht sicher überliefert. Dagegen werden vom Vunuweri auf Tijan und vom Goenoeng Legelala auf Seroea verschiedene Eruptionen berichtet. Am häufigsten unter den Vulkanen der Kleinen Sunda-Inseln und südlichen Molukken war der Goenoeng Api[1] von Großbanda tätig; er hatte seit 1586—1890 zahlreiche, z. T. recht schwere, manchmal von Lavaergüssen begleitete Ausbrüche innerhalb ungleich langer durch gleichfalls ungleich lange Ruhepausen getrennten Tätigkeitsperioden. Im Gebiete der Kleinen Sunda-Inseln fanden 1614 und 1752 zwei gewaltige Ausbrüche aus nicht näher zu ermittelnden Vulkanen statt. Immer war die Menge der Lockerprodukte sehr viel größer als die Lavaförderung; „gegenüber den gewaltigen Fördermengen dieser drei Riesenausbrüche (nämlich des Temboro, vergl. oben und derer von 1614 und 1752), welche dieses Vulkangebiet zu den bedeutsamsten der ganzen Erde macht, tritt die Förderung der übrigen des Gebiets sehr stark zurück.“

d) Melanesien. Die Nachrichten sind unzureichend und lückenhaft. Vulkane sind sicher nachgewiesen im südöstlichen Neuguinea; als solche werden genannt der Mt. Victory im südwestlichen Teil der Trafalgar-Halbinsel, Mount Cloudy und Mount Dayman. Nicht ganz sicher ist, ob sich auf den Inselchen Garnot, Blosseville und Lesson tätige Vulkane befinden. Von der Insel Manam werden seit 1616 bis in die Jetztzeit vulkanische Erscheinungen berichtet, tätig ist auch der Vulkan auf Krakar, auf der Ritterinsel, der Belowberg, der Vater (Nauvalum)

[1] Die häufige Wiederkehr des Namens Goenoeng Api erklärt sich aus seiner Bedeutung = Feuerberg.

und der Südsohn (Bamus), letztere drei auf Neupommern. Auf der Gazellehalbinsel (Neupommern) ist eine sehr starke Eruption am Vulkan Ghaie im Jahre 1878 erfolgt, der diejenige einer submarinen Ausbruchsstelle unter Bildung der Insel Raluan vorherging.

Auf Bougainville (Salomonen) ist der Bagana als tätig bekannt. Im übrigen sind auf dem Salomonen-Archipel zwar häufige Anzeichen vulkanischer Äußerung bekannt, doch kann nur noch ein Vulkan, die Insel Savo, als aktiv angesprochen werden.

? Taumako, Tinakoro (Sta. Cruz-Inseln); ? Ureparapara und Vanua Lava (Banks-Gruppe). Auf den Neuen Hebriden Lopevi, Ambrym, Tanna und Fearn Island.

3. Südsüdwestliche Umrandung.

a) Tonga-Gruppe. Niuafu auf Goodhope Island; Amargura auf Gardners Island; Late, Metis, Tofua; die Falcon-Insel entstand infolge eines submarinen Ausbruchs am 14. Oktober 1885, vor 1886 etwa 2600 m lang und 50 m hoch, verschwand 1898 und erschien wieder 1900.

b) Kermadec-Gruppe in der östlichen Fortsetzung der Tonga-Inseln: Sunday Island.

c) In der Verlängerung der Tonga- und Kermadec-Gruppe sind auf der Nordinsel von Neuseeland Vulkane tätig: der Whakari in der Plenty Bai, stößt mitunter Rauch aus, ist im übrigen eine Solfatare; der Tarawera hatte im Jahre 1886 nach völliger Ruhe eine Eruption längs einer 14½ km langen Spalte; das geförderte Aschen-, Lapilli- und Gesteinsmaterial älterer Herkunft wurde auf 1½ km³ berechnet, die Asche verbreitete sich über mehr als 200000 km². Das Kratersystem des Tongariro zeigte wiederholte Tätigkeit in der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Am Ngauruhoe sind von 1839—1909 mehrere Ausbrüche bekannt, die den Vulkan mehr oder weniger stark veränderten. Ruapehu.

d) Vulkane der hohen südlichen Breiten. Die dem Viktorialand vorgelagerten Inseln sind zwar alle vulkanisch, aber nur der Erebus ist, wie Ross feststellte und Scott neuerdings bestätigte, ein aktiver Vulkan.

4. Nordöstliche Umrandung.

a) Aleuten, Alaska und Nordwestamerika. Die Aleuten. „Die Berichterstattung über dies Gebiet und die nordwestamerikanischen Vulkane ist äußerst dürftig.“ Nachrichten über Ausbrüche, die manchmal nur solfatarische Äußerungen gewesen sein mögen, liegen von folgenden Inseln vor: Sitignak, Goreloj, Tánaga, Kánaga, Adach, Groß-Sitkin, Konjushi, Atkha, Siguam, Amukhta, Junaska, Tschegulach, Ulaegan, Tanach—Angunach, Umnak mit dem Retscheschnoj, Tuliskoj und Vsevidoff. Nördlich Umnak entstand 1796 die Vulkaninsel Joanna Bogoslova, die im Jahre 1832 eine Höhe von 458 m erreicht haben soll, 1873 indessen nur noch 260 m hoch war. In der Folge bildete sich daneben 1882 unter

Ausbrüchen eine neue vulkanische Insel, auf der im Jahre 1906 ein kraterloser Kegel mit einem nach Nordosten geneigten, gebrochenen Horn — wie Verf. glaubt, wohl ein Extrusivgebilde, also nach Art der Felsnadel des Mont Pelé — emporstieg, der Metcalf-Kegel; 1907 entstand außerdem dort eine aus Hornblende-Andesit bestehende, 137 m hohe Staukuppe, der Mc Culloch-Kegel, der übrigens nach wenig Monaten wieder verschwand. Weitere tätige Aleuten-Vulkane sind: der Ajägisch und der Makuschin auf Unalaschka, Vulkane auf Akun, Akutan; der Pogrummoj, der 1795 eine schwere Eruption hatte, der Isanach und der Shishaldin sind die Hauptvulkane der Insel Unimak. Auf Amak wurde im XVIII. Jahrhundert vulkanische Tätigkeit beobachtet.

Alaska und Nordwestamerika. Morschowsky, tätig im XVIII. Jahrhundert, Medwenikowsky, zuletzt 1817, Paulowsky, Ausbruch beobachtet 1914, Veniaminoff 1892, Katmai, heftige Eruption 1912. Am Cooks Inlet drei Vulkane: St. Augustin, wiederholt tätig während der letzten Jahrzehnte, Iliamna, tätig in den beiden letzten Jahrhunderten, ein Ausbruch des scheinbar solfatarischen Redoubt ist nicht bekannt. Vom Mount Wrangell wird 1819 ein Ausbruch berichtet. Chechitno und ein unbekannter Vulkan am Atlin-See, der 1898 einen Aschenausbruch hatte.

Ob der Mt. Rainier und Mt. Baker seit der Besiedelung des Westens wirklich Ausbrüche hatten, ist fraglich. Mt. Helens soll 1842 und 1854 tätig gewesen, der Mt. Hood 1854 Aschen ausgeworfen haben; was sonst über letzteren berichtet wird, kann auch auf solfatarische Tätigkeit gedeutet werden.

Der Lassen Peak hatte 1914 nicht unbedeutende Stein- und Aschenausbrüche, nachdem wohl schon im XVII. und XIX. Jahrhundert in seiner nächsten Nähe solche stattgefunden hatten.

b) Mexiko und Kleine Antillen.

Die aus den letzten vier Jahrhunderten vorliegenden Berichte über die mexikanischen Vulkane sind verhältnismäßig ziemlich vollständig. In Niederkalifornien gibt es zahlreiche Vulkane, aber nur von dem Volcan de las tres Virgines werden für 1746 und 1857 Eruptionen berichtet. Nicht sicher tätig ist der Cerro de San Juan bei Tepic, der Ceboruco war vor der Mitte des XVIII. Jahrhunderts und 1870—75 tätig. Der Colima gehört zu den tätigeren Vulkanen; er hatte seine letzte große Eruption am 20. Januar 1913. Durch Humboldt's Schilderung berühmt geworden ist der Ausbruch des Jorullo 1759, auf den die Entstehung dieses Vulkanes überhaupt zurückgeführt wird. In der Valle de Mexico ist der von dem Ajusco ausgegangene Lavastrom El Pedegral noch über menschliche Kulturreste geflossen.

Von den großen Vulkanen Mexikos zeigt der Iztaccihuatl nur Fumarolen. Der jetzt solfatarische Popocatepetl war sicher

tätig zur Zeit des Cortes, soll dann weiterhin während des XVI. und bis in das XVIII., vielleicht auch noch anfangs des vorigen Jahrhunderts in Tätigkeit gewesen sein. Auch der Citlaltepetl (Pik von Orizaba) hatte 1545 einen längere Zeit andauernden Ausbruch und war 1687 zum letzten Male tätig; seitdem ist auch er im Solfatarenzustand. Vulkan von S. Martin (Tuxtla) 1664, 1773—1774. Die vulkanische Tätigkeit in Mexiko ist im Vergleich zur Zahl und Größe der Vulkane heute nur eine geringe.

Auf den Kleinen Antillen ist der nördlichste in geschichtlicher Zeit tätig gewesene Vulkan der Mt. Misery auf Christopher (1692—93). Die Grande Soufrière auf Guadeloupe hatte 1696, 1797—98 und 1837 Ausbrüche; die Grande Soufrière auf Dominica warf 1880 Aschen und Schlamm aus.

Die älteste bekannte Tätigkeitsäußerung des Mont Pelé bestand 1792 in einer Zunahme der Fumarolen an der Westabdachung, 1851 erfolgte Aschenauswurf daselbst, während der Gipfelkrater bis 1889, als sich dort die ersten Fumarolen zeigten, ruhig blieb. Die Ereignisse des Jahres 1902 sind bekannt; die berühmte Eruption dauerte bis zum 2. Juli 1905. Auf Sta. Lucia wird eine leichte Eruption des Vulkans Qualibou von 1766 berichtet. Die Soufrière auf St. Vincent hatte vor ihrer mit dem Peléausbruch im Jahre 1902 gleichzeitig einsetzenden Erregung, abgesehen von einem Ausbruch 1718, eine schwere Eruption im Jahre 1812, der kleinere bis 1814 folgten; 1902—03 förderte sie mehr als 1 km³ Lockermassen.

c) Mittelamerika. Für Mittelamerika ist die Überlieferung nur während der 1. Hälfte des XVI. Jahrhunderts und etwa von der Mitte des XIX. Jahrhunderts an genügend.

Guatemala: Tacaná 1855, Tajumulco, Cerro Quemado nicht sicher; der Sta. Maria hatte 1902 einen sehr schweren Explosivausbruch, durch den fast 5½ km³ Lockermassen gefördert worden sind und der bis ins Jahr 1903 nachspielte. Zunil fraglich, Atitlan mehrfach tätig, ohne bestimmte Überlieferung. Fuego XVI. bis Ende des XIX. Jahrhunderts. Pacaya war samt dem Fuego im XVI. und XVII. sowie in der 1. Hälfte des XVIII. Jahrhunderts der tätigste Feuerberg Mittelamerikas, „und zwar in der Weise, daß größere Lücken der Tätigkeit des Fuego durch Ausbrüche des Pacaya teilweise ausgefüllt wurden ... kurz nach dem Entstehen des Izalco hörte aber die energische Tätigkeit beider Feuerberge auf“.

Salvador: Santa Ana 1520, 1524, um 1570, 1884; 1904 gleichzeitig mit dem Izalco. Am Südabhang des Sta. Ana bildete sich im Jahre 1770 der letztere unter Förderung eines Lavastromes. Weitere Lavaergüsse 1783 und 1793, seitdem häufige Ausbrüche bis in die letzten Jahre. Vulkan von Quezaltepeque um 1658. See von Ilopango 1879, 1884. Häufig tätig ist der S. Miguel. Conchagua 1868.

Honduras: Conchagüita 1892.

Nicaragua: Es läßt sich nicht feststellen, ob der Cosegüina vor seinem furchtbaren Ausbruch im Jahre 1835, durch den viele Kubikkilometer Aschenmaterial ausgeschleudert worden sind, schon in historischer Zeit Ausbrüche gehabt hat. Viejo (Vulkan von Chinandega) tätig im 2. Viertel des XVI. Jahrhunderts und 1684—85. Ähnlich der Telica; Santa Clara anfangs des XVI. Jahrhunderts; Pilas 1850 und 1867; Momotombo zuletzt 1886 und 1905. Der Masaya zeigte im XVI. Jahrhundert ähnliche Erscheinungen in seinem Krater wie der Kilauea; hatte 1772, dann in den 50er Jahren und 1902 bis zur Gegenwart Zeiten der Tätigkeit. Omotepe 1883, 1908—10.

Costarica: Orosi, Rincon de la Vieja, Poás; Irazū, bedeutender Ausbruch 1723; Turrialba.

Panamā: Chiriquī fraglich.

5. Südöstliche Umrandung. Überlieferung im allgemeinen sehr lückenhaft.

a) Columbien: Paramo de Ruiz fraglich. Tolima 1595, 1826; Puracé, einige Tätigkeit im XIX. Jahrhundert, am heftigsten 1849; Doña Juana 1899. Der Vulkan von Pasto soll von etwa 1585—1717 ständig tätig gewesen sein, ruhte dann bis 1796—97, weitere Tätigkeit 1831, 1866—69.

b) Ecuador: Guagua-Pichincha 1566, 1575, 1582—97, 1660, 1830, 1881. Antisana, 1728 und 1801. Häufig tätig war der Cotopaxi, bekannt wegen der durch Lavaergüsse verursachten, von Eis- und Schneeschmelze herrührenden verheerenden Schlammergüsse; seinen größten Ausbruch hatte er 1768, zuletzt war er noch 1903—06 tätig. Der Quilatoa scheint nur Gase zu fördern. Der Carihuairazo und der Chimborazo dürften keine historischen Ausbrüche gehabt haben. Tunguragua, letzte schwere Eruption 1886. Der Sangay scheint mindestens seit 1728 mit veränderlichen Ruhepausen in Tätigkeit zu sein. Östlich der Ostkordillere, vom Sangay durch einen weiten vulkanlosen Zwischenraum getrennt, gibt es noch tätige, nicht genauer bekannte Vulkane, vielleicht sind es der Guacamayo und Sumaco.

c) Peru und chilenisch-bolivianisches Grenzgebiet. „Nach einer Lücke von etwa 1600 km beginnt das System der Vulkane des südlichen Südamerika, das nach Stübel's Auffassung und Kenntnis durch mehrere große Lücken in verschiedene getrennte Abteilungen zerfallen sollte. R. Hauthal hat aber gezeigt, daß bei der genaueren Kenntnis der Gegenwart die Lücken sehr zusammengeschrumpft sind und wohl später ganz verschwinden werden, so daß man die Vulkane des südlichen Südamerika als einheitliches System auffassen darf."

Misti (Vulkan von Arequipa), Uvinas, Omate, Andahua?, Gualatiri zuletzt 1913, Tutupaca, Isluga, Ollagua, S. Pedro zuletzt 1913.

d) Chilenisch-argentinische Vulkane: Neben anderen Vulkanen dieser Zone hat auch der vulkanische Aconcagua in historischer Zeit keinen Ausbruch gehabt. Tupungato?, Tupungatito 1897, San José noch in den letzten Jahren tätig, Maipú, Tinguiririca (Rancagua), Peteroa, Pomahuida, Descabezado 1913—14; Cerro del Medio am Cerro Azul, 1847 entstanden, 1907 und 1912 wieder in Tätigkeit; Tromen; Chillan, wiederholt tätig, bildete fast gleichzeitig mit dem großen chilenischen Erdbeben vom 16. April 1906 einen neuen Krater. Antuco, wiederholte Ausbrüche seit 1752. Lonquimay, öfters tätig, noch im Beginn dieses Jahrhunderts mehrfache Ausbrüche, ebenso der Villarica. Riñinahue, 4. April 1907 entstanden. Osorno, Ausbrüche beobachtet 1719—90, 1834 bis etwa 1850, 1855, 1869. Calbuco, angeblich 1907 wieder in Erregung, ebenso der Huequi; Minchinmadiva, Corcovado, Yantéles, diese drei letzten sollen zur Zeit Darwin's, etwa 1835, eruptive Anzeichen geboten haben; bezüglich des Corcovado und Yantéles herrschen neuerdings aber starke Zweifel.

Über die Vulkane auf der äußersten Südspitze Südamerikas — in Südpatagonien und Feuerland — ist so gut wie nichts Sicheres bekannt. Einige Angaben Stübel's sind neuerdings durch Hauthal richtiggestellt worden.

e) Hohe südliche Breiten.

Die Südsandwich-Inseln bilden die Fortsetzung der Andenkette; eigentliche Ausbrüche sind trotz der vulkanischen Natur, z. B. von Deception Island, von Bridgemans Island und der Zawadowski-Insel, nicht bekannt; letztere besitzt lediglich einen solfatarischen Vulkan, die erstere einen guterhaltenen Krater mit Thermen und Fumarolen.

Soweit der eigentliche Katalog. An ihn schließen sich die Schlußbemerkungen, in denen auf gewisse Fragen eingegangen wird, die sich aus der vorigen Statistik ergeben, und in Tabellen die Gesamtwirkung des irdischen Vulkanismus zur Veranschaulichung kommt.

Verf. macht mit Recht auf die große Schwierigkeit aufmerksam, den Begriff des Vulkans zu definieren. Die bisher gegebene Definition, welche z. B. F. v. Wolff in die Worte faßt: ein Vulkan ist eine Erdstelle, „wo Magma und seine Produkte ausgetreten sind oder noch austreten“, erfaßt das Wesen nicht; denn sonst müßte jeder Parasit oder jede an einem Vulkankegel sich bildende, lavafördernde Spalte als Vulkan bezeichnet werden. Indessen wird in solchen Fällen, wo der Erguß von Lava und die Förderung von Lockermaterial an einem mehr oder weniger einheitlichen Vulkanbau stattfinden, kein Zweifel darüber bestehen, daß nur die Gesamtheit aller Ausbruchstellen den Inbegriff des Vulkans ausmacht.

„Wenn aber Ausbrüche schon in größerer Entfernung von einem bestimmten Vulkan auftreten, wie z. B. mehrfach bei der Hekla, oder wenn gar die neuen Ausbrüche eines Gebiets sich immer neue Wege suchen, wie vielfach auf den Kanaren oder Azoren, so ist die Frage schwieriger zu entscheiden. Man kann in solchen Fällen doch nicht jeden einzelnen Ausbruchsort als Vulkan ansehen, denn dann würde die Zahl derselben außerordentlich anschwellen, und es würde zudem gegenüber den seitlichen Ausbruchsorten großer Vulkane eine unberechtigte Begünstigung Platz greifen; man wird also in derartigen Fällen das ‚vulkanische System', oder wie W. Reiss sich ausgedrückt hat, das ganze ‚vulkanische Gebirge' als eine geographische Ausbruchseinheit ansehen müssen, die man auch einen ‚polyzentrischen Vulkan' nennen könnte. Es ist ja richtig, daß auf diese Weise recht verschiedenartige Vulkane entstehen: mit punktförmiger, linienhafter und vielfach sich verschiebender, also gewissermaßen flächenhafter Fördereinrichtung; aber es wird sich schwer ein anderer Ausweg finden lassen."

Auch der Begriff des „Ausbruches" ist in dem vorliegenden Nachrichtenmaterial nicht immer derselbe. Erhöhte Solfataren- und Fumarolentätigkeit hat wiederholt zur Ausschleuderung von Schwefelstaub geführt, der sogar in Brand geraten sein kann, was dann wohl als eine Eruption bezeichnet wurde. „Unter einem Ausbruch wird man diejenige Betätigung eines Vulkans bezeichnen können, die magmatische Stoffe (Lava, Lockermassen, Gase) plötzlich und in größerer Menge an die Erdoberfläche fördert."

Da für viele Vulkangebiete erst eine kurze Zeit der geschichtlichen Überlieferung besteht und mancher jetzt ruhende Vulkan in Zukunft seinen ersten geschichtlichen Ausbruch haben wird, so ist anzunehmen, daß die Zahl der „tätigen Vulkane" mehr und mehr zunehmen wird. Noch größer als die Unsicherheit darüber, was auf dem Festlande als erloschener oder als tätiger Feuerberg zu bezeichnen sei, ist die Frage nach der Zahl und Lage der submarinen Ausbruchsstellen. Verf. neigt zu der Ansicht, daß große Ozeanflächen ebenso frei von tätigen Vulkanen sind wie weite Festlandsflächen, daß submarine Ausbrüche an die Nähe subaerischer Vulkane, an Inselgebiete oder deren Nachbarschaft gebunden sind und daß die submarine Tätigkeit die subaerische wohl kaum übertrifft. „Die Zahl der Positionen sicher festgestellter unterseeischer Ausbruchsorte ist sehr gering, und die Flächen der Meeresgebiete, über deren Vulkanizität wir noch gar nichts wissen, sind außerordentlich viel größer als die der entsprechenden Festlandsflächen."

Was das Verhalten der einzelnen Vulkane im Laufe der Zeit anlangt, so kann allgemein gesagt werden, daß viele Vulkane durch lange Zeit hindurch einen bestimmten Tätigkeitscharakter bewahrt haben, der aber dann für einen weiteren längeren Zeit-

raum einem anderen Charakter bezüglich der Aufeinanderfolge und Kraft der Ausbrüche Platz geben kann. Manche sehr lang ruhende Vulkane haben sich bekanntlich bei ihrem Wiedererwachen durch eine besonders große Heftigkeit und durch die Ungeheuerlichkeit ihrer Förderung ausgezeichnet. Ihnen stehen aber andere gegenüber, die es trotz sehr langer Intermittenz nur zu schwächlichen Ausbrüchen gebracht haben.

Den akustischen, thermischen und seismischen Tätigkeitsäußerungen an bis dahin untätigen Vulkanen ist nicht diejenige Bedeutung als Vorboten kommender Ausbrüche beizulegen, die ihnen recht allgemein beigelegt wird. Verf. betont besonders die katastrophale Wirkung der im allgemeinen in ihrer Wichtigkeit zu gering eingeschätzten vulkanischen Beben, die in manchen Gebieten mehr Verheerungen anrichten als selbst die Ausbrüche.

Ein sehr inhaltsreicher Abschnitt bringt die Ausbruchserscheinungen und -wirkungen von verschiedenen Gesichtspunkten aus zur Darstellung, ein weiterer handelt von den Menschenverlusten infolge der vulkanischen Ausbrüche. Aus den tabellarischen Zusammenstellungen ergibt sich, daß, soweit Überlieferungen vorliegen, durch die Einwirkung von 57 Vulkanen in 98 Ausbrüchen seit 1500 über 190 000 Menschen ihr Leben verloren haben, wovon 176 000 allein auf die pazifische Erdhälfte treffen. Die Hauptzahl der Opfer entfällt auf 6 Vulkankatastrophen, deren 3 in Indonesien, 1 in den Kleinen Antillen, 1 in Japan und 1 auf Island stattgefunden haben.

Die Zahl der in geschichtlicher Zeit als tätig nachgewiesenen Vulkane beträgt mindestens 430. Eine Tabelle veranschaulicht die geographische Verbreitung in den einzelnen Gebieten und ihre Dichte in den verschiedenen geographischen Breiten. Demnach entfallen 275 Vulkane und 47 submarine Ausbruchsstellen auf die nördliche und nur 155 Vulkane und 32 submarine Ausbruchsstellen auf die südliche Halbkugel, d. h. auf jener kommen auf 10 Mill. Quadratkilometer 10,8, auf dieser 6,1 Vulkane; am dichtesten ist ihre Verteilung in den niedrigen Breiten der südlichen Halbkugel (zwischen 0 und 10^0 s. Br. 18,8 auf 10 Mill. Quadratkilometer). Die Bemerkung C. F. Naumann's, daß die niedrigen Breiten verhältnismäßig die meisten tätigen Vulkane aufweisen, trifft im ganzen zu. Die „Reihungsdichte" in einigen jugendlichen Vulkangebieten wird durch folgende Zahlen dargestellt: auf der Gazellehalbinsel kommt 1 tätiger Vulkan auf 25 km Längserstreckung des Gesamtsystems, in der mittelafrikanischen Vulkanzone 1 auf etwa 40 km, auf den Aleuten, in Mittelamerika, Neuseeland und den nördlichen Molukken je 1 auf 50, auf Java 1 auf 55, in Ekuador 1 auf 60, in der Sangi-Reihe 1 auf 65, in der Minahassa 1 auf 75, auf Kamtschatka, in der Fujizone, der Tongazone und

auf den Kleinen Antillen 1 auf 80, in der japanischen Längszone 1 tätiger Vulkan auf durchschnittlich 100 km.

Um einen Überblick über die Tätigkeitsfrequenz in den verschiedenen Gebieten zu gewinnen, wird als Einheit die in einem oder mehreren Ausbrüchen sich äußernde Tätigkeit eines Vulkanes in einem Jahre angenommen, wobei dann ein ständig tätiger Vulkan im Jahrhundert die Frequenz 100 hätte, ein anderer Vulkan, für den 5 Ausbrüche im Jahrhundert berichtet werden, mit der Frequenzzahl 5 einzusetzen wäre. Aus einer Tabelle ergeben sich beispielsweise für die Zeit von 1801—1914 folgende Frequenzzahlen: Mittelmeer 271, Atlantischer Ozean 68, Afrika 103, Indischer Ozean 100, Asien 1, Pazifische Mitte 156, Pazifische Umrandung im NW 445, WSW 934, SSW 193, NO 315, SO 275; insgesamt auf der atlantisch-indischen Erdhälfte 543, auf der pazifischen Erdhälfte 2318, bezw. auf der nördlichen Halbkugel 1277, auf der südlichen 1584, auf der ganzen Erde 2861 Ausbrüche. Dabei sind einige Gebiete, aus denen nur lückenhafte Berichte vorliegen, durch Schätzung in Rechnung gezogen. Im ganzen bewahrheitet sich ein von Karl Schneider ausgesprochener Satz, daß nämlich in höheren Breiten die Ausbruchsfrequenz eine geringere ist als in der Nähe des Äquators. Es kamen nämlich zwischen 1801 und 1914 auf die Breitengürtel zwischen

	Zahl der Vulkane	Zahl der Ausbrüche 1801—1914	d. i. auf 10 Mill. km²
10° nördl. und südl. Breite . . .	116	944	107,0
20° „ „ „ „ . . .	202	1770	101,8
30° „ „ „ „ . . .	234	2008	79,0
40° „ „ „ „ . . .	315	2445	75,0
50° „ „ „ „ . . .	351	2602	66,7
60° „ „ „ „ . . .	397	2703	61,3
70° „ „ „ „ . . .	428	2750	57,4
80° „ „ „ „ . . .	430	2865	57,1
90° „ „ „ „ . . .	430	2865[1]	56,2

„Das Verhältnis der einzelnen Vulkanzonen und Gebiete hinsichtlich ihrer Tätigkeit zur Gesamtheit der Vulkane ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Versucht man aus der verfügbaren Statistik der Gesamterde sich ein Bild der Häufigkeitsschwankungen zu machen, so findet man, daß die Frequenz in

[1] Daß hier die Zahl der gesamten Ausbrüche zu 2865, vorhin zu 2861 angegeben wurde, erklärt sich daraus, daß ich erstere Zahl dem Nachtrag zu dem Katalog entnahm; die weiter oben für die einzelnen Gebiete mitgeteilten Ausbruchszahlen sind in dem Nachtrag noch nicht berichtigt, hätten aber selbstverständlich nur ganz unwesentliche Änderungen erfahren.

kurzfristigen, aber ziemlich ungleichmäßig langen Wellen zu- und abnimmt, wobei die Entfernung von Wellental zu Wellental in extremen Fällen zwischen 6 und 12 Jahren schwankt. Die so oft behauptete Beziehung der vulkanischen Tätigkeit zu Sonnenfleckenperioden tritt dabei nicht zutage, wenn auch zuweilen Übereinstimmung mit deren Kurven sich einstellt."

Die Hauptmasse der Ausbrüche ist in der Jetztzeit explosiv, die gemischten und rein effusiven Ausbrüche treten dagegen sehr zurück; explosiv sind vor allem die Ausbrüche in den Randgebieten des Stillen Ozeans.

Die Förderleistung der Vulkane seit 1701 wird in einer Tabelle veranschaulicht, aus der sich für die verschiedenen Breitenbänder auf je 10 Mill. Quadratkilometer folgende Zahlen für die geförderten Laven (La) und Lockermassen (Lom) seit 1701 ergeben:

	La	Lom
10° nördl. Br. bis 10° südl. Br.	0,3 km³	22,6 km³
20° " " " 20° " "	0,5 "	15,0 "
30° " " " 30° " "	0,6 "	10,4 "
40° " " " 40° " "	0,6 "	8,3 "
50° " " " 50° " "	0,5 "	7,1 "
60° " " " 60° " "	0,6 "	6,3 "
70° " " " 70° " "	0,83 "	6,0 "
80° " " " 80° " "	0,79 "	5,8 "
90° " " " 90° " "	0,78 "	5,7 "

Auch hier zeigt sich wieder, wenigstens für die Lockerförderung, eine Abnahme nach den höheren Breiten zu, eine auffällige Konzentration am Äquator. Das plötzliche Ansteigen der Werte für La in den hohen Breiten erklärt sich aus der überwältigenden Lavaförderung der isländischen Lakispalte und der Kljutschewskaja in Kamtschatka.

Eine andere Übersicht endlich stellt die Riesenausbrüche seit 1500 zusammen; als Ausbrüche I. Größe werden darin solche mit mindestens 1 km³, als solche II. Größe solche mit mindestens $\frac{1}{10}$ km³ bezeichnet. Im ganzen sind es ihrer 112; davon entfallen die meisten auf die Umrandung des Pazifischen Ozeans, und zwar hauptsächlich auf dessen westsüdwestliche Zone, die allein ein Drittel der Ausbrüche I. Größe geliefert hat. **Bergeat.**

Personalia.

Angenommen: Prof. Dr. **P. Niggli** in Leipzig einen Ruf nach Tübingen als Nachfolger von Prof. Dr. R. Nacken.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Künstliche Schiebungen und Translationen in Mineralien nach Untersuchungen von K. Veit.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Herr K. Veit hat seit 1914 im hiesigen Mineralogischen Institut eine Anzahl kristallisierter Mineralarten im Hohlzylinder mit Schwefelpulver eingebettet und mittels hydraulischer Presse einen gut abgedichteten Stempel in den Zylinder hineingetrieben. Die einseitigen Hauptdrucke p in Richtung der Stempelachse betrugen 5000—15000 Atmosphären, die Kristalldurchmesser in jener Richtung 2—3 mm, senkrecht dazu zwei- bis viermal so viel. Die hierauf vorgenommenen goniometrischen Messungen nebst Berechnungen wiesen künstliche Schiebungen und Translationen nach.

Da die ausführliche Veröffentlichung dieser Untersuchungen sich infolge des Krieges noch länger verzögern wird, sollen die Hauptergebnisse jetzt mitgeteilt werden, damit sie zu weiteren experimentellen oder theoretischen Studien anregen können.

I. Translationen.

1. Flußspat. Translationsebene T // (100), Translationsrichtung t // ? [011], Absonderung // T; Druck p = 9000 Atmosphären.

2. Zinkblende. T // (111), t // ? [11$\bar{2}$], Absonderung // T; p = 5000 Atm.

3. Manganspat und Zinkspat. T // (111) = (0001), t // [01$\bar{1}$] = [0001, 10$\bar{1}$0] (an Magnesit, Eisenspat und Dolomit schon früher von A. Johnsen erzielt); p = 7000 Atm.

4. Schwerspat. T // (001), t // [100] sowie T // (011), t // [0$\bar{1}$1]; p = 5000 Atm.

5. Anhydrit. T // (001), t // [010] (schon früher von O. Mügge erzielt) sowie T // (012), t // ? [100] oder // ? [0$\bar{2}$1]; p = 5000 Atm.

6. Aragonit. T // (010), t // [100]; p = 6000 Atm.

II. Schiebungen.

1. Eisenglanz. Gleitfläche K_1 // (100) = (10$\bar{1}$1), zweite Kreisschnittsebene K_2 // (011) = ($\bar{1}$012) (schon früher von O. Mügge an natürlichen Zwillingslamellen wahrscheinlich gemacht) sowie

K_1 // (111) = (0001), K_2 // ($\bar{1}$11) = ($\bar{2}$021) (woraus sich die natürliche Absonderung // K_1 erklärt); p = 10000 Atm.

2. Korund. K_1 // (111) = (0001), K_2 // ($\bar{1}$11) = ($\bar{2}$021), künstliche wie natürliche Absonderung // K_1; p = 15000 Atm.

3. Anhydrit. K_1 // (101), K_2 // ($\bar{1}$01) (durch Erhitzen statt durch Pressen schon früher von O. Mügge erzielt); p = 5000 Atm.

Am Korund erhält man anscheinend auch (wie am Eisenglanz) Schiebungen nach K_1 // (100) = (10$\bar{1}$1) mit K_2 // (011) = ($\bar{1}$012), wenn man Platten benutzt, die 1 mm dick und senkrecht zur Gleitrichtung [011] = [10$\bar{1}$1, 1$\bar{2}$10] orientiert sind, was demnächst genauer untersucht werden soll.

Von besonderem Interesse erscheint das Vorhandensein von drei gleichwertigen Gleitrichtungen in einer und derselben Gleitfläche K_1 // (111) = (0001) am Eisenglanz und Korund. Einen solchen Fall hat bereits A. Grühn im hiesigen Mineralogischen Institut am Magneteisen festgestellt, wo K_1 // (111) und K_2 // (11$\bar{1}$) liegt (die betreffende Arbeit ist seit 1917 im Druck und erscheint demnächst im Neuen Jahrb. f. Min. etc.).

Ferner ist von Bedeutung, daß Korund, der von allen Kristallarten außer Diamant und Carborundum die größte Ritzfestigkeit besitzt, Schiebungen einzugehen vermag. Wie die hier als Ritzfestigkeit bezeichnete Härteart mit der Druckfestigkeit („Härte" von H. Hertz und F. Auerbach) sowie mit der Zugfestigkeit („Zerreißungsfestigkeit" von W. Voigt und A. Sella) und endlich mit der Scherungsfestigkeit oder Schubfestigkeit (relative Minima derselben liegen parallel den Spaltungsebenen und Translationsebenen) zusammenhängt, bleibt vorläufig unbekannt.

(Eingegangen 2. Juli 1918.)

Über Turmalin aus dem Brockengranit von Schierke im Harz.

Von **Karl Schulz** in Berlin.

Mit 2 Textfiguren.

Herr Th. Liebisch übergab mir zur Untersuchung mehrere von ihm gesammelte lose Turmalinkristalle aus dem Brockengranit des Granitbruches Knaupsholz im Wormketal an der Brockenbahn, östlich von Schierke, und Gesteinsstücke mit eingewachsenen Turmalinen aus dem Kontakt des Brockengranits gegen Hornfels, die er in dem Steinbruch im Elendstal am Fußwege von Elend nach Schierke, am rechten Ufer der Kalten Bode, etwas unterhalb der Brücke der Chaussee, geschlagen hatte.

Der Turmalin von Knaupsholz tritt in kurzen dicken Kristallen von schwarzer Farbe auf, die an einem Ende in den verwitterten Granit eingewachsen sind. Die untersuchten Stücke wechseln in ihrer Größe von 11 mm Länge und 9 mm Breite bis zu 22 mm Länge und 19 mm Breite. Die beobachteten einfachen Formen sind:

$l\,\{10\bar{1}0\}$, $l'\,\{01\bar{1}0\}$, $s\,\{11\bar{2}0\}$; $R\,\{10\bar{1}1\}$, $o\,\{02\bar{2}1\}$; $z\,\{01\bar{1}\bar{1}\}$.

Fig. 1 und 2 veranschaulichen die Art des Auftretens dieser Formen. Von diesen liegen R und o immer gemeinsam an dem einen, z allein an dem entgegengesetzten Pole der kristallographischen c-Achse. Die Tracht der Prismenzone der Kristalle wird bestimmt durch das Vorherrschen des inversen trigonalen Prismas l', demgegenüber das direkte trigonale Prisma l erheblich zurücktritt. Von besonderem Interesse ist die Verschiedenheit der Oberflächen dieser beiden Prismen. Während die Flächen von l' Glanz und zahlreiche vertikale Streifen aufweisen, erscheinen die Flächen von l matt und ungestreift. Die Flächen des hexagonalen

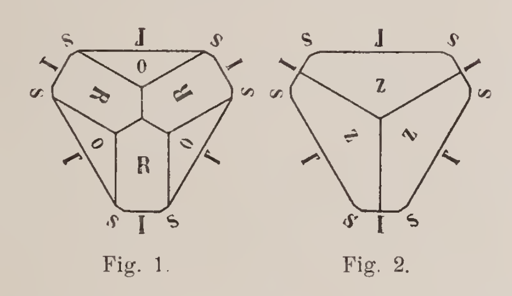


Fig. 1. Fig. 2.

Prismas s haben immer nur geringe Ausdehnung und fehlen an manchen Kristallen; sie besitzen schwachen Glanz und keine Streifung. Die Flächen der trigonalen Pyramiden R und o wechseln in ihrer Größe, wobei meistens R vorherrscht; sie glänzen nahezu gleich stark, wesentliche Unterschiede in ihrem Aussehen sind nicht zu beobachten. Alle untersuchten Kristalle waren mit dem Ende, an dem die Flächen der trigonalen Pyramide z liegen, eingewachsen, so daß deren ursprüngliche Oberflächenbeschaffenheit nicht festgestellt werden konnte. Im durchfallenden Lichte sind die Kristalle mit brauner Farbe durchsichtig.

Die eingewachsenen Turmaline aus dem Steinbruch am rechten Ufer der Kalten Bode zwischen Elend und Schierke haben schwarze Farbe und sind in der Richtung der kristallographischen c-Achse sehr verkürzt ausgebildet; sie besitzen in dieser nur eine Länge von etwa 3—4 mm, senkrecht dazu eine Dicke von bis zu 9 mm. An einem von dem umhüllenden Gestein befreiten Kristallbruchstück konnte in der Prismenzone das Auftreten von Flächen der Formen $l\,\{10\bar{1}0\}$, $l'\,\{01\bar{1}0\}$, $s\,\{11\bar{2}0\}$ festgestellt werden, während an dem

einen Pole der c-Achse Flächen von R $\{10\bar{1}1\}$, am entgegengesetzten Pole solche von z $\{10\bar{1}\bar{1}\}$ beobachtet wurden. Unter den Formen der Prismenzone herrscht l, ihm gegenüber tritt s, jedoch nur um einen geringen Betrag, zurück; dagegen erscheint l′ nur mit sehr schmalen Flächen. R und z sind, entsprechend der Dicke der Kristalle, stark entwickelt. Im Dünnschliff erweisen sich diese Turmaline als zonar aufgebaut aus bräunlich oder bläulich durchscheinenden Schichten.

Berlin, Min.-petrogr. Institut der Universität, Febr. 1918.

Über Zonenfolge und Schichtenfolge.

Von **Rud. Wedekind**, Marburg.

Zur Einführung.

Nachdem ich bereits vor einiger Zeit genötigt war, eine in jeder Beziehung ungenügend basierte Kritik Diener's über meine Lobenlinienstudien zurückzuweisen, fordert derselbe Forscher eine neue Äußerung meinerseits durch eine im höchsten Grade erstaunlich subjektive Besprechung meines Buches „Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie" heraus, der dann vor kurzem ein ausführlicher Aufsatz im Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. gefolgt ist. Nicht der durchaus persönliche und zuweilen sogar beleidigende Charakter dieser Besprechung, die mich schon aus diesem Grunde nicht berühren kann, zwingen mich zu einer neuen Darlegung, sondern der Umstand, daß C. Diener eine irrige, manchmal sogar ausgesprochen unrichtige Darstellung meines Gedankenganges gibt, wie er das teilweise bereits bei der Besprechung meiner Lobenlinienstudien getan hat [1].

1. Kurze historische Vorbemerkungen.

Durch die Beantwortung der Frage, wie eine Zeitmessung in der Geologie möglich sei, ist die Geologie als Wissenschaft geschaffen. Zweimal ist diese Frage von verschiedenen Gesichtspunkten aus beantwortet, und jedesmal hat die Beantwortung dieser Frage die Geologie gewaltig gefördert.

Als erster hat Werner diese Frage vom petrogenetischen Standpunkt aus beantwortet und ist dadurch zum Begründer der Geologie überhaupt geworden. Sein genialer Schüler Leopold v. Buch hat das Problem etwa in der folgenden Weise formuliert:

[1] Vergl. hierzu auch die durchaus sachlichen Bemerkungen, die ich C. Diener in den Genera der Goniatiten (Palaeontogr. 62) gewidmet habe.

Die Gebirgsarten stellen ihrem Alter nach geordnet eine Progression dar aus vollkommen kristallinem Zustande der alten in die mechanische Zusammensetzung der jüngsten Bildungen, so daß jeder größere geologische Teilabschnitt durch einen eigenen petrographischen Charakter ausgezeichnet ist.

Smith löste das Problem von dem anderen möglichen Gesichtspunkte. Nicht das gleiche Gestein, die gleiche Fauna beweist das gleiche Alter der Sedimente, oder anders ausgedrückt, die Entwicklung der Tiere stellt eine Progression von einem niederen zu einem höheren Zustande dar. Über Frankreich ist die Smith'sche Forschungsrichtung in Deutschland eingedrungen. L. v. Buch, erst ein Wernerianer, wurde durch in Paris gewonnene Anregungen zu einem Vertreter der Smith'schen Richtung. Dadurch ist die Entwicklung der deutschen Stratigraphie der v. Buch-Beyrich'schen Schule bedingt.

Nochmals wird das Problem und wiederum wesentlich durch Oppel-Neumayr gefördert. Der geniale Neumayr erkannte, daß die paläontologische Beantwortung des Problems nicht durch die Betrachtung der Fauna, sondern durch die Betrachtung der einzelnen Form (Mutation) einer Stammreihe zu lösen war. Neumayr hat mit seiner Idee merkwürdigerweise nicht bahnbrechend gewirkt. Die biologischen Grundlagen waren noch nicht geklärt. Außerdem drängte die kritische Richtung Zittel's, die in dem Handbuch der Paläontologie einen Ausdruck fand, die paläontologische Forschung in andere Bahnen. Dadurch wurde die Weiterentwicklung des stratigraphischen Problems unbeabsichtigt gehemmt.

Wir schneiden hier dies eminent wichtige Problem durch eine neue Formulierung der beiden Voraussetzungen, der paläontologischen und der petrogenetischen, neuerdings an und kommen dann ausführlich auf Diener's Arbeit zurück.

II. Das biostratigraphische Problem.

1. Die biostratigraphische Voraussetzung.

Die Grundlage des biostratigraphischen Problems, das ist die Beantwortung der Frage, wie eine geologische Zeitmessung auf paläontologischer Unterlage möglich ist, wurzelt in der folgenden Voraussetzung:

Jede Art hat nur eine beschränkte absolute Lebensdauer. Wenn eine Art irgendwelche Spuren von Hartteilen, Schalen etc. hinterläßt, von denen mit Sicherheit anzugeben ist, daß sie zu jener Art gehören, so ist das durch diese Art bestimmte Zeitintervall, zunächst theoretisch, genau festgestellt.

Diese Voraussetzung ist in vollem Umfange richtig, daran ist kein Zweifel. Wenn heute z. B. Schichten mit *A. macrocephalus*

irgendwo in Europa, in Amerika, auf den Inseln des Stillen Ozeans aufgefunden und ohne jede Diskussion als altersgleich bezeichnet werden, so ist das eine ganz allgemeine Anwendung unserer Voraussetzung. Diese Altersgleichstellung geschieht in diesem Falle auch dann, wenn die mit diesem Ammoniten vergesellschafteten Organismen an den verschiedenen Fundstellen grundverschieden sind.

Wir wollen hier zunächst das so definierte Zeitintervall unbekümmert um die Tierart, auf die es begründet ist, als Zone bezeichnen.

2. Lager und Zone.

Bei einer genaueren Betrachtung der Sachlage ergeben sich Schwierigkeiten sofort. Jede marine Tierart — nur solche sollen hier betrachtet werden — gehört einer oder mehreren Faunen an, die in ihrem Auftreten vom Klima, von der Meerestiefe, den Meeresströmungen, den Sedimentationsbedingungen abhängig sind [1].

Wir unterscheiden, um gleich einige Beispiele anzuführen, im Tertiär nach dem Dominieren bestimmter Organismen *Pleurotoma*-Tone, Cerithien- und *Potamides*-Schichten. Das Habitat der namengebenden Tiere ist, wie bekannt, vom Klima und der Meerestiefe unmittelbar abhängig. Cerithienschichten gibt es in den verschiedensten Niveaus des Alttertiärs in Nordeuropa. Trotz der gleichen Fauna werden die verschieden alten Cerithienschichten auch voneinander getrennt gehalten. Die moderne Entwicklung der Tertiärstratigraphie, die nicht zu leugnen ist, zeigt aber, daß man die verschieden alten Cerithienschichten usw. dadurch voneinander unterscheidet, indem festgestellt wird, daß ein häufiges *Cerithium* (z. B. *C. giganteum*) oder ein häufiger Nummulit bei aller Häufigkeit eine geringe vertikale Verbreitung besitzt. Und nun setzt man, ganz unbekümmert um die Fauna, alle Schichten, Tone, Mergel und Kalke altersgleich, wenn nur dieses eine charakteristische Fossil vorhanden ist. Den Sanden von Beauchamp hat Boussac die oberen Brakleshamschichten gleichgesetzt, nicht der Fauna halber, sondern lediglich wegen des Vorkommens von *Nummulites variolarius*. Gerade aus der modernen Tertiärstratigraphie lassen sich eine ganze Reihe weiterer Beispiele anführen. Ich verweise insbesondere auf die Arbeiten von Boussac und Leriche.

Da nun aber das Auftreten einer bestimmten Tierart, wie wir gesehen haben, an das Auftreten einer bestimmten Fauna gebunden ist, muß man fragen, was letzten Endes einen derartigen Schluß rechtfertigt. Die betreffende Tierart — z. B. *Cerithium giganteum* im mittleren Teil des Pariser Grobkalkes — tritt uns dort ja, da sie an eine bestimmte Fauna gebunden ist, nicht in ihrer absoluten Lebensdauer, sondern nur in ihrer Existenzdauer

[1] In einer fossilen Fauna finden sich auch Faunenelemente, die nicht an Ort und Stelle gelebt haben.

(Pompeckj 1914), man könnte sagen nicht holobiontisch, sondern nur phänobiontisch, entgegen. In dem Beispiel von *C. giganteum* tritt das besonders klar hervor, da der Pariser Grobkalk nach oben in eine Süßwasserbildung übergeht. *C. giganteum* verschwindet nicht, weil die absolute Lebensdauer beendet ist, sondern weil das Habitat der Fauna, der *C. giganteum* angehört, eine Verschiebung erfährt. Nach unten werden die betreffenden Schichten von Kalken unterlagert, die wiederum eine andere Fauna enthalten, deren Hauptform *Ditrupa strangulata* ist. In dem Vorkommen des *Cerithium giganteum* handelt es sich zunächst nicht um eine Zone, sondern lediglich um das phänobiontische Vorkommen. Wir wollen in solchen Fällen nicht von einer Zone, sondern von einem Lager des *C. giganteum* (Lager der *Natica globosa*, Lager des *Macrocephalites macrocephalus* usw.) sprechen.

Der oben angeführte Schluß der Altersgleichheit baut sich auf der Annahme auf, daß die Art X *(Cerithium giganteum, Macrocephalites macrocephalus)* eine beschränkte absolute Lebensdauer besitzt, daß also durch die Art X holobiontisch ein bestimmtes Zeitintervall β definiert ist, so daß infolgedessen irgendwo angetroffene Schichten mit dieser Art X (Erscheinungsweise phänobiontisch) während des Zeitintervalls β, bestimmt durch die absolute Lebensdauer von X, gebildet sind.

Es wird also immer vom Lager auf eine Zone geschlossen und in diese die verschiedenen beobachteten Lager eingeordnet[1].

Danach könnte man das Lager als das Anschauliche, die Zone als das rein Begriffliche bezeichnen. Die Zone ist also ein reiner Zeitbegriff, nicht aber das Lager. Wenn ich also bestimmte Schichten, die erfüllt sind von *Psiloceras planorbis, Cerithium giganteum* usw. — phänobiontisches Auftreten dieser Arten —, vor mir habe, so will ich von einem Lager der betreffenden Art sprechen. Sobald ich aber von dem örtlichen Vorkommen und der Beschaffenheit des Gesteins abstrahiere — „mit Hintansetzung der mineralogischen Beschaffenheit der Schicht“ sagt Oppel — und die holobiontische Erscheinungsweise, den reinen Zeitbegriff ins Auge fasse, so will ich von der Zone des *Psiloceras planorbis*, Zone des *Cerithium giganteum* sprechen.

Die schwäbischen Jurazonen sind in der Tat wohl durchweg keine Zonen, sondern Lager in unserem Sinne. In Oppel's Anwendung sind es aber tatsächlich Zonen in unserem Sinne. Von Oppel ist also stillschweigend — bewußt oder unbewußt — angenommen, daß dem Lager seiner Leitammoniten tatsächlich auch Zonen in unserem Sinne entsprechen. Diese Annahme hat sich seit jener Zeit andauernd und glänzend bestätigt.

[1] Zone und Lager brauchen also keineswegs die gleiche Zeitdauer zu haben.

3. Die Realisierung der Zone.

Die Annahme, die auf Grund unserer Voraussetzung auf eine Zone schließt, birgt ohne Zweifel große Gefahren. Die absolute Lebensdauer der Arten verschiedener Tiergruppen ist eine so wesentlich verschiedene, daß die Möglichkeit vorliegt, daß als Zonenfossil eine Art gewählt wird, die von so großer Lebensdauer ist, daß eine darauf begründete Zone praktischen Wert nicht mehr besitzt. Fehler dieser Art sind immer wieder gemacht. Ich erwähne nur das Beispiel der *Entomis serratostriata*. Ich vermute, daß bereits NEUMAYR diese Gefahr erkannt und deshalb den Mutationsbegriff eingeführt hat.

Wie ist die Feststellung der absoluten Lebensdauer einer Art, die Realisierung der Zone möglich? Das ist das sich mit Notwendigkeit aus den vorhergehenden Erörterungen ergebende Problem.

Die Lösung ist nur dadurch möglich, daß festgestellt wird, wie und wann eine Zonenart aus einer anderen Art hervorgegangen und in eine andere Art direkt übergegangen ist. *Cerithium giganteum* geht direkt über in *C. auversiense*, das konnte BOUSSAC zeigen, und aus diesem Nachweis ergibt sich, daß *C. giganteum* tatsächlich eine beschränkte Lebensdauer besitzt. Betrachtungen dieser Art führen unmittelbar zu Zonenfolgen an demselben Objekt und zur Unterscheidung von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Zonenfolgen. Ich habe diesen Punkt an anderer Stelle bereits ausführlich behandelt und kann daher in dieser Hinsicht auf meine früheren Ausführungen verweisen. Nochmals sei darauf hingewiesen, daß auch BOUSSAC dem gleichen Gegenstande in seiner glänzenden Cerithienstudie seine Aufmerksamkeit gewidmet hat, so daß ich also mit meinen Anschauungen keineswegs allein stehe. Jedenfalls stützen sich alle die, die sich tatsächlich erfolgreich biostratigraphisch betätigt haben, was aber meines Erachtens keineswegs von DIENER behauptet werden kann, auf die von mir vertretene Lehre [1].

Ein Moment von größerer Bedeutung liegt noch darin, wie die Umwandlung einer älteren Art in eine neue Art erfolgt. Die Umwandlungsgeschwindigkeit der verschiedenen Organismen ist eine wesentlich verschiedene. Entweder erfolgt die Umwandlung so langsam, daß in einem Grenzhorizont zwischen den beiden Zonen die beiden Zonenarten, die alte und die neue Art, noch zusammen vorkommen, oder aber die Umwandlung erfolgt so rasch, daß geologisch eine scharfe Grenze derart vorhanden ist, daß sich unterhalb der Grenze nur die alte, die Stammart, und oberhalb nur die abgeleitete Art findet. BOUSSAC hat a. a. O. auch bereits dieses Problem berührt. Eine Lösung haben meine Grundlagen

[1] Vergl. z. B. auch die Arbeiten VAUGHAN's.

und Methoden erst gebracht. Ich habe von einer stratigraphischen Virulenz[1] gesprochen und als stratigraphisch virulente zur Zoneneinteilung geeignete Formen diejenigen Organismen bezeichnet, deren Umwandlungsgeschwindigkeit eine so große ist, daß Vorfahren und Nachkommen nicht zusammen vorkommen.

4. Widerlegung der Ausführungen Dieners über Zone und Biozone.

Angeregt durch meine früheren Ausführungen hat C. Diener jüngst seine Aufmerksamkeit dem gleichen Gegenstande zugewandt und ist dabei zu Resultaten gelangt, die nicht unwidersprochen bleiben dürfen[2]. Diener hat wie in allen Dingen auch den Begriff Zone von dem Standpunkte der Priorität angefaßt, was bereits außerordentlich bedenklich ist. Es handelt sich in der Geologie — Paläontologie nicht um eine Wissenschaft von Namen, sondern von speziellen oder allgemeinen Tatsachen, die mit einem Namen belegt werden. Die Tatsachen, nicht die Namen, sind die Hauptsache. Auf die höchst überflüssigen Beschlüsse von Kongressen gehe ich natürlich nicht ein. Über wissenschaftliche Dinge läßt sich nun einmal nicht abstimmen. Es scheint mir überhaupt an der Zeit, daß die Paläontologie endlich mit den Prioritätsspielereien aufhört, die wesentlich dazu beigetragen haben, die Paläontologie zu mißkreditieren.

a) Der Standpunkt Dieners.

Indem Diener eine lange Reihe von Fachgenossen zitiert, die sich mehr oder weniger unklar über das Problem der Zone ausgesprochen haben, definiert Diener in dankenswerter Weise den Begriff Zone von neuem:

„Als Zone oder Faunenzone im Sinne Oppel's[3], Wright's u. a. bezeichne ich eine aus der Gliederung einer Formation (System), Serie oder Stufe auf Grund der Verteilung der Einzelfaunen ermittelte und durch eine besondere Fauna charakterisierte kleinste

[1] Diener verwertet diese Gedanken, indem er andauernd von stratigraphischer Empfindlichkeit und Virulenz (Referat) spricht, obwohl er diesem Begriff in seinem Referate arg bös zugesetzt hat. Ebenso verwendet er mit anderen Worten das, was ich als kontinuierliche und diskontinuierliche Faunenfolge bezeichnet habe. Dabei wird freilich von Diener, der sonst doch so peinlich den Prioritätsstandpunkt bewahrt, nicht erwähnt, daß das Begriffe sind, die er aus meinem Buche „Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie“ entnommen hat.

[2] Auf Diener's Referat einzugehen, bin ich hier nicht in der Lage. Die Fassung dieses Referates ist nicht auf einen Ton gestimmt, der mir eine sachliche Antwort bei aller Zurückhaltung möglich macht.

[3] Das kann keineswegs behauptet werden, da Oppel den Begriff Zone nicht definiert hat.

Unterabteilung. Eine solche Zone umfaßt das Gebiet der horizontalen und vertikalen Verbreitung jener sich als Einzelfauna darstellenden Vergesellschaftung von Arten."

b) Kritik dieser Definition.

Bei einer näheren Betrachtung zeigt sich sofort, daß diese gelehrte und elegante Definition DIENER's die Frage: Was ist eine Zone? keineswegs gelöst, sondern so wesentlich kompliziert gestaltet hat, daß danach eine Anwendung dieses üblichen Begriffes überhaupt nicht mehr möglich ist. Es ist schon höchst bedenklich, wenn ein Verfasser die gegebene Definition bei der Anwendung immer wieder umgestalten und durch Einschränkungen ergänzen muß. Das muß DIENER in dem weiteren Verlaufe seiner Arbeit immer wieder tun [1].

Was ist denn eigentlich eine Einzelfauna? Das ist eine der peinlichen Fragen, die aus dieser Definition unmittelbar herausspringt. Was ist weiter eine „bestimmte Vergesellschaftung von Arten"? [2] Und was wissen wir endlich von der horizontalen Verbreitung der Einzelfaunen? DIENER übergeht diese für seine Auffassung grundlegenden Momente vollkommen.

Was ist denn, müssen wir fragen, insbesondere die Einzelfauna der verschiedenen Jurazonen, z. B. der Zone der *Psiloceras planorbis?* Außer z. T. anerkanntermaßen recht zweifelhaften Fossillisten ist unsere Kenntnis der einzelnen Jurazonenfaunen äußerst gering. Was sind denn die Einzelfaunen von RIEDEL's Ceratitenzonen? Nun, DIENER hat sich die Sache leicht gemacht. Er sagt: *Psiloceras planorbis* ist nur eine Abkürzung, ein kurzer Ausdruck für die gesamte Fauna. Ich füge hinzu: der uns noch unbekannten Fauna!

Was wissen wir außerdem bisher von dem gesetzmäßigen Zusammenvorkommen der verschiedenen Tierarten, so daß von „einer bestimmten Vergesellschaftung von Arten" gesprochen werden könnte. DIENER führt und konnte auch kein Beispiel aus der Juraformation anführen. Die Antwort lautet nämlich: Wir wissen noch wenig oder nichts! Sehr wenig ist auch über die räumliche Verbreitung einzelner Arten bekannt, geschweige denn von einzelnen Faunen, den rätselhaften Einzelfaunen DIENER's. Ist doch selbst die Tiergeographie der rezenten Organismen noch in den gröbsten Anfängen.

Wie steht es nun weiter mit der praktischen Anwendung? RIEDEL begründet keine seiner Zonen auf eine Einzelfauna, sondern immer nur auf einige Ceratiten. v. KOENEN hat bei der Gliederung

[1] DIENER betont des öfteren, daß er die Zone als einen „räumlichen" Begriff auffaßt. Seit wann, muß ich da fragen, wird die Zeit mit der Elle gemessen?

[2] DIENER, a. a. O. p. 97.

der unteren Kreide Gastropoden, Muscheln usw. vollständig vernachlässigt. In der Juraformation hat sich eine Gliederung des weißen Jura auf Grund seiner reichen Faunen überhaupt nicht durchführen lassen. H. SALFELD hat den oberen Jura dann unter vollständiger Vernachlässigung der Faunen auf Grund weniger Ammoniten gegliedert. Die von SALFELD und RIEDEL aufgezählten Ammoniten und Ceratiten stellen wohl eine Abkürzung der noch nicht bekannten Einzelfaunen der Jura- resp. Triaszonen dar, die diese Zonen, wie DIENER so schön sagt, stempeln?[1]

In diesem Zusammenhange kann an einzelne Entgleisungen DIENER's erinnert werden. DIENER hat auf Grund von Einzelfaunen Untersuchungen ausgeführt und dabei, wie NOETLING gezeigt hat, die Faunen von drei Zonen nicht auseinandergehalten. Der äußerst erfolgreiche NOETLING[2] hat den Begriff Zone als Zeitbegriff, DIENER als Faunen- und Raumbegriff gefaßt. Sollte es nicht doch an der Methode liegen?[3]

Bei dieser Sachlage war es DIENER auch gar nicht möglich, auf Grundlage seiner Definition die Ausführung über den Begriff Zone zum Abschluß zu bringen. Nur durch einen Kunstgriff, der uns aber nicht täuschen kann, war er dazu in der Lage. p. 97 schreibt DIENER nämlich: „Das Studium aufeinanderfolgender Faunen aus faziell gleichartigen Sedimenten lehrt uns eine weitgehende stratigraphische Indifferenz der einen gegenüber einer hochgradigen stratigraphischen Empfindlichkeit einer anderen Tiergruppe kennen. Da sich die Zonengliederung auf einer Untersuchung der Veränderung der organischen Welt aufbaut, so muß man bei derselben naturgemäß jene Tiergruppen bevorzugen, die sich am raschesten verändern bezw. solche, deren Veränderungen uns an ihren erhaltungsfähigen Hartteilen am leichtesten wahrnehmbar sind."

Weiter p. 98 unten: „Für die Trennung der Einzelfaunen zur Ermittlung der Zonen kommen je nach der Zusammensetzung der Faunen diejenigen Tiergruppen in erster Linie in Betracht, die sich am schnellsten verändern, mithin stratigraphisch am meisten empfindlich sind."

Damit liegt des Pudels Kern klar vor uns! Also die gesamte Einzelfauna ist es doch nicht! Da die einzelnen Elemente eine verschiedene stratigraphische Empfindlichkeit besitzen, müssen große Teile der Fauna ausgeschaltet werden. Jedenfalls ist damit die

[1] Ich erinnere weiter daran, daß es bisher nicht gelungen ist, das an Faunen so reiche Mitteldevon der Eifel zu gliedern.

[2] Cfr. NOETLING in Lethaea palaeozoica. 2. p. 656 ff.

[3] Ebenso erfolglos sind die systematischen Arbeiten DIENER's. Vollkommen im argen lag die Systematik der Triasammoniten. FRECH hat in der Lethaea mit wenigen Strichen Ordnung in einen Teil der Triasammoniten gebracht, was DIENER vorher und auch bis heute noch nicht gelungen ist.

Definition DIENER's einfach hinfällig geworden, und was noch schlimmer ist, DIENER's Logik hat einen Sprung: Zone ist durch die Fauna (Einzelfauna) charakterisiert[1]. Weiter: Keineswegs durch eine Fauna, sondern nur durch einen Teil der Fauna[2]. Ich bedaure, eine auf einer derartigen Logik beruhende Kritik nicht anerkennen zu können.

Gehen wir also der Sache auf den Grund und machen nun nur noch eine kleine Einschränkung, dann ist auch DIENER's Zone nichts weiter als die Lebensdauer einer Art, nur werden Zone und Lager nicht auseinandergehalten. Also DIENER's Zonen und Biozonen[3] sind notwendigerweise dasselbe.

Wie wir sehen, führt DIENER's Auffassung zu einer äußerst schwierigen und für einen Wissenschaftler peinlichen Sachlage. Letzten Endes basiert DIENER, nachdem er immer wieder betont, daß er doch im Grunde etwas ganz anderes meint, als was er vorher gesagt, auf etwas Rätselhaftem und Unerklärbarem. Die Zonen erhalten einen besonderen Charakter durch fremdartig erscheinende Faunenelemente, deren Herkunft ganz unbekannt ist, das sind phänobiontisch erscheinende Arten[4]. Meine auf sicherer Grundlage, im Anschluß an NEUMAYR, aufgebaute Lehre führt dagegen nur zu der einen Frage: Was ist eine Art?

Einen ersten Versuch, diese wichtige Frage zu beantworten, habe ich früher gemacht. Ich werde ausführlich auf diese Frage erst nach Abschluß meiner Studien über dieses Problem in einigen Jahren zurückkommen können. Immerhin habe ich aber auf eine mögliche Lösung dieser Frage hingewiesen. Wir können uns darüber nicht täuschen, daß die größte Willkür in der Anwendung des Artbegriffes herrscht. Da die leitenden Arten der Jurazonen derartige willkürliche Gesellen sind — MASCKE und BUCKMAN betrachten als Gattung, was andere Juraforscher als Arten be-

[1] p. 94 sagt DIENER: „Es ist die Fauna, nicht die einzelne Art, die eine Zone charakterisiert und zu einer solchen stempelt."

[2] Aber nicht einmal diese Einschränkung genügt. Die so eingeengte Fauna besteht nämlich nach DIENER noch aus drei Elementen: 1. Arten, die aus einer tieferen Zone „unverändert" in die höhere übergehen. 2. „Arten, die an jene der älteren Zone sich so nahe anschließen, daß sie als die direkten Nachkommen derselben angesehen werden können." 3. Aus fremden Arten. Nun sagt DIENER, daß nur die unter 3. aufgezählten Arten die Zone charakterisieren. „Gerade die letzteren prägen den jüngeren Zonen den ihr eigenen Faunencharakter auf und erleichtern ihre Wiedererkennung in den verschiedenen Profilen." Ich brauche dem nichts mehr hinzuzufügen. DIENER's Worte richten C. DIENER selbst!

[3] Biozone = absolute Lebensdauer einer Art.

[4] Auf weitere Einzelheiten der DIENER'schen Arbeit einzugehen, wird sich nach diesen Stichproben, die den Kern der Anschauung DIENER's behandeln, erübrigen. Immerhin erweist es sich für mich als notwendig, kurz auf den Begriff Anpassung einzugehen.

trachten! —, ist es nicht zu verwundern, daß die Jurazonen der verschiedenen Forscher einen ganz verschiedenen Umfang haben. Die verschiedenen Forscher meinen ja auch gar nicht dasselbe. Diener erledigt diesen Punkt freilich kurzerhand damit, daß er nur jene Autoren berücksichtigt, „deren enge Speziesfassung dafür Gewähr leistet, daß es sich wirklich um die betreffende Art handelt". Das ist eine subjektive Betrachtungsweise von Diener, aber kein wissenschaftliches Argument! Mit solchen Gründen kann man alles beweisen. Die Jurazonen sind auf die phänobiontische Erscheinungsweise der Ammoniten begründet. Daher ist auch die Zonengliederung der Juraformation noch keineswegs abgeschlossen, sondern noch in den Anfängen einer exakten Behandlungsweise.

c) Paläontologie und Anpassung.

Die Lehre von der Anpassung, wie sie von verschiedenen Paläontologen, auch von C. Diener, vertreten wird, beruht m. E. auf einer Verwirrung der Begriffe, indem nämlich die Tatsache der Anpassung mit dem Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften kombiniert und dann geschlossen wird, daß die Anpassungen vom Milieu provoziert seien. Ja, man geht so weit, daß man die ganze Paläontologie mit all ihren mannigfaltigen Erscheinungen auf dieser ungenügend basierten Grundlage aufzubauen sucht. Betrachten wir den derzeitigen Zustand der Forschung, so ergibt sich, daß zunächst zwei Tatsachen feststehen:

1. Die Organismen wandeln sich um. Die Fähigkeit, sich zu verändern, ist eine besondere Eigenschaft des Lebenden überhaupt.
2. Die Organismen sind angepaßt. d. h. der Bau und die Funktion der Organismen steht in Übereinstimmung mit dem Milieu. Bereits Kant hat das mit gewohnter Geistesschärfe erkannt, indem er die relative Zweckmäßigkeit der Natur zum Unterschiede von der inneren betont.

Dazu kommt:

3. das Problem von der Vererbung erworbener Eigenschaften, das die Frage behandelt, ob die durch das Milieu einem Organismus aufgedrückten neuen Eigenschaften, rein somatischer Natur, vererbt oder nicht vererbt werden.

Der erste Punkt bedarf keines Beweises. Die Paläontologie hat ihn als unzweifelhaft durch ihre gesamte Forschung dargestellt. Daß ich mit dem zweiten Satze nichts Neues bringe, zeigen die nachfolgenden Sätze Johannsen's über Anpassung (l. c. p. 429), der mit etwas anderen Worten, wie ich das oben getan habe, sagt: „Wie z. B. Dampf, flüssiges Wasser und Eis milieubestimmte Formen derselben Substanz (Wasser, H_2O) sind, so werden auch genotypisch gleiche (isogene Organismen), unter verschiedener

Lebenslage entwickelt, verschiedentlich geprägt. Die Individuen sind ‚biegsam‘, plastisch könnte man sagen.“ GOLDSCHMIDT, HERTWIG u. a. namhafte Zoologen teilen diesen Standpunkt durchaus.

Zu dem dritten Punkt bemerke ich, daß es wohl nur wenige Zoologen gibt, die ohne Reservation das Dogma der Vererbung erworbener Eigenschaften vertreten. Unbedingt wird die Mehrzahl anerkennen, daß es sich um ein Problem, und zwar um ein durchaus schwieriges Problem handelt. Das betonen ausdrücklich HERTWIG und GOLDSCHMIDT, während es JOHANNSEN direkt, auch als Problem, ablehnt.

C. DIENER u. a. operieren lediglich mit dem äußeren Aussehen der Tiere [1], also lediglich mit dem phänotypischen Gepräge. Dieses hat aber mit dem Aussehen der Nachkommen nichts zu tun, denn „das, was vererbt wird,“ sagt GOLDSCHMIDT p. 444, „ist eine Reaktionsnorm, die Fähigkeit, unter bestimmten äußeren Bedingungen bestimmte Gestaltung anzunehmen.“ . . . „Eine durch äußere Einflüsse bewirkte Veränderung trifft daher die genotypische Beschaffenheit nicht, so wenig, wie es einen Menschen berührt, wenn er einen anderen Überrock anzieht.“ Außerdem haben neuere Untersuchungen, die an *Rana fusca* und Verwandten ausgeführt sind, das merkwürdige Resultat gezeitigt, daß auf die gleichen Eingriffe die Organismen ungleich stark oder überhaupt nicht reagieren. Es wird das vielleicht einmal zu dem Schluß führen, daß lediglich ein schon latent vorhandener Charakter ausgelöst ist. Man wird die weiter fortgesetzten Untersuchungen abwarten müssen.

Die Sachlage ist also die, daß sich die Grundlage der Lehrgebäude, die allein auf dem Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften aufgebaut sind, als falsch oder doch zum mindesten als gänzlich unbewiesen hinstellen. Mit allgemeinen Ausdrücken: „Das dürfte allerdings vorläufig noch die überwiegende Mehrzahl der Paläontologen sein“, ist freilich nichts gesagt. Dieser mein abwartender und nicht einmal persönlicher Standpunkt wird von DIENER mit unpassender und unangebrachter Schärfe getadelt. Man sollte fast glauben, daß C. DIENER auch um diese Grundlage seines paläontologischen Denkens sehr besorgt ist und sie mit allen Mitteln zu halten sucht, nachdem sich bereits so viele Grundlagen seines paläontologischen Lehrgebäudes, a. e. Wohnkammerlänge [2] und unbedingte Gültigkeit des biogenetischen Grundgesetzes, als haltlos erwiesen haben, so daß er zu einer alphabetischen Aufzählung der Triasammoniten zurückkehren mußte! Man kann m. E. mit größerem

[1] Es wird also aus der Ähnlichkeit der Form immer unbekümmert auf Verwandtschaft geschlossen, obwohl immer wieder hervortritt, daß Schlüsse dieser Art zu falschen Resultaten geführt haben.

[2] Daß die mittlere Länge eines Tieres konstant ist, bestreite ich natürlich keineswegs.

Rechte dieselben Worte, die DIENER meiner Stellungnahme widmet, auf DIENER's Anschauung selbst übertragen. Keineswegs lehne ich einen Einfluß des Milieus auf die Entwicklung der Organismen ab. Ich will in Kürze meinen Standpunkt hier auseinandersetzen, auch auf die Gefahr hin, weiter als „metaphänomenal“ und „aprioristisch“ getadelt zu werden[1]. MAX PLANCK stellt in seiner allgemeinen Mechanik die paradoxe Frage auf, wie sich die Körper im leeren Raum verhalten. Die Antwort ist: sie fallen alle gleich schnell. Man könnte die gleiche paradoxe Frage auch mit Bezug auf die Organismen und das Milieu stellen und würde dann folgern, daß das Milieu bewirkt, daß die Organismen sich verschieden schnell umwandeln.

III. Das petrogenetische Problem.

Die WERNER'sche Richtung ist zwar in ihrer ursprünglichen Form definitiv, keineswegs aber in ihren Grundgedanken erledigt. Die bestimmte Ausbildung der Sedimente wird nach wie vor zur Zeitbestimmung mitbenutzt werden müssen, freilich in anderer Weise, als ursprünglich von WERNER und seinen Schülern beabsichtigt. Zwischen Denudation und Sedimentation besteht ein Zusammenhang derart, daß man die Sedimentation als eine Funktion der Denudation bezeichnen kann. Ändert sich also das Denudationsmaterial, so ändert sich auch in dem abhängigen Sedimentationsgebiet das Sedimentationsmaterial. Auf dieser Grundlage liegt unserer weiteren Betrachtung die folgende Voraussetzung zugrunde: Die durch ein und dasselbe Ereignis veranlaßten gleichartigen Sedimente eines abhängigen Sedimentationsgebietes haben sich in demselben Zeitintervall abgelagert.

Wir bezeichnen die kleinste Einheit der Sedimente als **Bank**. Es ist bekannt, daß eine Gesteinsbank über weite Gebiete hinaus die gleiche Beschaffenheit bewahren kann. Sofern ihre Bildung unserer Voraussetzung entspricht, ist sie in ein und demselben Zeitintervall gebildet. Hierher gehören z. B. die sogenannten Leitgesteine DENCKMANN's, die für die Erkennung der Tektonik des Rheinischen Gebirges von großem Nutzen gewesen sind. Ich erwähne die petrographisch so außerordentlich charakteristische Kellwasser Kalkbank, die Karneolbank, die Bleiglanzbänke usw.

Häufig erhalten die Bänke noch dadurch ein ganz besonderes Gepräge, daß sie eine außerordentlich charakteristische Fauna führen, indem meist ein Faunenelement besonders hervortritt. Eine

---

[1] C. DIENER hat außerdem mit diesen Fremdwörtern fehlgegriffen. Er will offenbar geißeln, daß ich mich in meinem Denken auf den KANTschen Standpunkt stelle, was tatsächlich der Fall ist. Wissenschaft ist nun einmal eine Erkenntnis durch Begriffe.

so durch eine Fauna ausgezeichnete Bank kann als **Leithorizont** bezeichnet werden. Als Beispiele dieser ganz bekannten Erscheinung sei nur die *Anaplophora*-Bank, die *Orbicularis*-Bank erwähnt. Eine genaue Untersuchung über das Wesen dieser Bänke wäre außerordentlich erwünscht.

Weiter bezeichne ich die Summe gleichartiger Bänke als **Schichten oder Schichtkomplex** (nicht als Stufe!). Keineswegs soll damit gesagt sein, daß die Schichten nun in ihrem ganzen Aufbau aus ein und demselben Gestein bestehen. Ich fasse eine Summe von Bänken auch dann als Schichten zusammen, wenn sie aus verschiedenen, sich mehr oder weniger regelmäßig wiederholenden (Repetition) Gesteinsbänken zusammengesetzt sind, unter denen, wie man sagen kann, ein charakteristisches Gestein immer wiederkehrt.

Von einheitlichem Aufbau sind die Schichten des Massenkalkes und des Foßley, von verschiedenartiger Zusammensetzung die des Kieselschiefers im Untercarbon, das ist eine Folge von Tonschiefern, denen in verschiedener Zahl und Mächtigkeit Kieselschieferbänke als charakteristische Bänke eingelagert sind. Weiterhin seien als Beispiele erwähnt die Bausandsteine Hannovers, Septarientone, der Pariser Grobkalk usw. Das Moment der Gleichzeitigkeit ist hier indessen mit einer gewissen und selbstverständlichen Reservation anzuwenden. Da ein einheitlicher Schichtkomplex mit der Entfernung vom Denudationsgebiet auskeilt, werden in den entfernteren Gebieten des abhängigen Sedimentationsgebietes diese Schichten teilweise durch abweichende Sedimente ersetzt. Immerhin kann gesagt werden, daß sich die Sedimente innerhalb eines begrenzten Zeitabschnittes gebildet haben.

Komplex wird der Begriff der Schichten dann, wenn ein anderes Moment, nämlich der Inhalt der Schichten hineingezogen wird. Es ist also außer dem Gesteinswechsel, durch den ja ein bestimmter einheitlicher Schichtenkomplex abgegrenzt wird, auch ein Faunenwechsel zu unterscheiden, mithin Schichtfolge und Faunenfolge. Schichtwechsel und Faunenwechsel können zusammen und unabhängig voneinander sein, so daß demnach der Gesteinswechsel mit einem Faunenwechsel kombiniert und andererseits ein Faunenwechsel ohne Gesteinswechsel in voller Schärfe in Erscheinung treten kann.

So enthält der Pariser Grobkalk eine ganze Reihe verschiedener Faunen, die jedem bekannt sind, der einmal das französische Tertiär kennen gelernt hat. Mir liegt ein besonders instruktives Handstück aus dem Pariser Grobkalk vor, in dem bei gleichbleibendem Gesteinscharakter an einer messerscharfen Grenze ein vollständiger Faunenwechsel vorhanden ist und das von mir aus diesem Grunde aufbewahrt wurde. Unter der Grenze sind nur Nummuliten und oberhalb der Grenze nur große Muscheln vorhanden. Zu den

faunistisch ausgezeichneten Schichten gehört als klassisches Beispiel der Posidonienschiefer des Untercarbons, der Crinoidenkalk der Trias, die Gervillienschichten des Buntsandsteins (cf. Gervillienmeer Blanckenhorn's!). Weiterhin die *Pleurotoma*-Tone, *Potamides*-Schichten der Tertiärs usw. Ein neuer Name für die faunistisch ausgezeichneten Schichten ist unnötig, die Hinzufügung des charakteristischen Faunenelementes — also Posidonienschichten — reicht vollkommen aus.

Die verschiedenen Schichten eines Sedimentationsgebietes machen dann den Sedimentationszyklus — nicht Formation! — aus.

IV. Über den Unterschied von Zone und Schichten.

Nach diesen Ausführungen treten die Unterschiede von Lager, Zone, Stufe und Formation einerseits, und Bank, Schichten und Zyklus anderseits mit voller Schärfe hervor. Die Zone betont lediglich das Zeitmoment, sie legt lediglich, um einen Vergleich zu gebrauchen, innerhalb der Folge von Jahren ein bestimmtes Jahr, ein bestimmtes Zeitintervall fest, während die Schichten in diesem Vergleich das darstellen, was in der Weltgeschichte die kleinen und großen Ereignisse sind. Die Schichtengrenzen können mit den Zeitgrenzen der Zone zusammenfallen, sie fallen in der Regel wohl nicht mit den Zonengrenzen zusammen und können eine ganze Reihe von Zonen umfassen. Während eines bestimmten Zeitintervalles, das für die ganze Erde gilt und das durch die absolute Lebensdauer, z. B. einer Ammonitenart, charakterisiert ist, kam es in Schwaben zur Bildung von *Numismalis*-Mergeln, Posidonien(schiefer)schichten usw., in anderen Meeresgebieten dagegen zu ganz anderen Bildungen. Die Bildung von Tonen, Kalken, das Auftreten und Verschwinden einer Fauna in einem bestimmten Meeresbecken oder einem Teil desselben ist ein Ereignis, dessen Abhängigkeit von den äußeren Verhältnissen nicht geleugnet werden kann. Die absolute Lebensdauer einer Art ist in unserer Auffassung ein reiner Zeitbegriff, der m. E. von keinem äußeren Ereignisse bedingt wird. Jedenfalls ist für eine Abhängigkeit von äußeren Faktoren noch kein Beweis erbracht. Nicht einmal hat sich bisher erweisen lassen, dass die großen erdgeschichtlichen Ereignisse umformend auf die Organismen gewirkt haben.

Weiterhin, gleiche Schichten kehren wieder. Nur die Gleichzeitigkeit kann durch Bänke und Schichten festgestellt werden, nicht aber das Nacheinander. Dieselbe Art einmal erloschen, kehrt nicht wieder, während gleichartige Bänke, Schichten und Zyklen wiederkehren. Die Zonenfolge ergänzt die Schichtenfolge durch die Feststellung des Nacheinander. Sind die Ereignisse einmal bekannt, so kann an denselben die Gleichzeitigkeit festgestellt werden, wie wir in der Lage sind, aus den Ereignissen auf das

Tabelle der stratigraphischen Begriffe.

a) Die biostratigraphischen Begriffe (Abstrahieren vom Gestein und Ort):			b) Die rein stratigraphischen Begriffe (mit Betonung des Raumes und des Ortes):		
Einheit charakterisiert durch das Auftreten einer Art	Die Art erscheint phänobiontisch (Existenzdauer)	**Lager**[1].	Inhalt und Verbreitungsgebiet einer bestimmten Gesteinsbank	rein petrogenetisch	**Bank**[3].
				petrogenetisch-faunistisch	**Leithorizont**[4].
	Die Art erscheint holobiontisch (absolute Lebensdauer)	**Zone**[2].	Inhalt und Verbreitungsgebiet einer Summe einheitlicher Gesteinsbänke	rein petrogenetisch	**Schichten.**
				petrogenetisch-faunistisch	**(Posidonien-) Schichten.**
Zeitintervall charakterisiert durch die Entwicklung oder Entfaltung einer Tiergruppe		**Formation.**	Inhalt und Verbreitungsgebiet der gesamten verschiedenen Schichten, die infolge eines einheitlichen Ereignisses hervorgerufen sind		**Sedimentationszyklus.**

[1] Lager der *Natica globosa*, des *Psiloceras planorbe*. — [2] Zone des *Ps. planorbis*. — [3] Karneolbank eines bestimmten Sedimentationsgebietes. — [4] Kalkbank mit *Newberria caiqua* des nordeuropäischen devonischen Sedimentationsgebietes.

Zeitalter Karl des Großen zu schließen. Wir sind aber nicht in der Lage, nach den Ereignissen die Aufeinanderfolge der Deutschen Kaiser zu bestimmen: es sei denn, daß die Ereignisse durch eine Progression miteinander verknüpft wären, was wieder unserer Zeitfolge entspräche.

Schlußwort.

Wie man sieht, kehren sich die Anschuldigungen, die C. Diener gegen mich erhebt, gegen den Kritiker selbst. Ich habe dabei eine Reihe von Punkten [1] nicht berührt, weil ich wohl Gelegenheit habe, später auf dieselben mit der nötigen Gründlichkeit einzugehen. Unberührt lasse ich auch, daß C. Diener mir vorschreibt, ich hätte die Beweise an der Hand, der Juraformation zu liefern. Sollte C. Dierer wirklich dem Fachgenossen unwidersprochen derartige Vorschriften machen dürfen? Unberührt lasse ich weiterhin, daß C. Diener, der weite Reisen in andere Erdteile gemacht hat, um die Resultate anderer Fachgenossen zu kontrollieren, meine Devongliederung als unkontrollierbar bezeichnet, obwohl meine Fundpunkte nicht im Himalaya, sondern in Deutschland liegen. Herr Diener kann mich nicht in meinen Arbeiten durch Einsprüche dieser Art beirren. Ich lasse mich nicht in meinen Arbeiten von der „Möglichkeit der Zustimmung der Fachgenossen“ [2] leiten; ich suche zu erarbeiten, was richtig und was Wissenschaft ist.

Literatur.

Jean Boussac. Essai sur l'évolution des Cérithidés dans le Mesonummulitique du bassin de Paris. Annales Hébert. Paris 1912.

C. Diener, Die Bedeutung der Zonengliederung für die Frage der Zeitmessung in der Erdgeschichte. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLII, 1. Stuttgart 1918.

J. F. Pompeckj, Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. Stuttgart 1914.

R. Wedekind, Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Berlin 1916. (Referat über dieses Buch von C. Diener im N. Jahrb. f. Min. etc. 1917.)

[1] Dahin gehört z. B. die Frage der Ausbreitungsgeschwindigkeit neu entstandener Formen. Dann die Frage, ob die Zonen gleich lang sind, was ich übrigens nirgends behauptet habe, wie Diener irrtümlicherweise angibt. Diener hat ohne Zweifel den Ausgangspunkt meiner Betrachtung mit dem Gegenstande selbst verwechselt.

[2] Diener. Referat.

Einige Bemerkungen zur Lebensweise des Monograptus turriculatus Barr. var. fimbriatus Hdt. und zu M. turriculatus Barr. überhaupt.

Von **Rudolf Hundt.**

Es war immer mit einiger Schwierigkeit verknüpft, sich vorzustellen, wie *Monograptus turriculatus* Barr. gelebt hat, weil selbst bei klarsten, besterhaltenen Funden kein Anhalt sich zeigte, der sicher genug zur Lösung des Rätsels hätte führen können. Das hakenförmige Ende am Proximal erleichterte zwar die Annahme, daß die Turrikulatusspirale dort aufgehängt war: die Öffnung der Spirale also glockenförmig nach unten hing. Dazu hätten sich aber bei der Variante *fimbriatus* die in so reichen Mengen an zahlreichen Exemplaren von den verschiedensten Fundorten nachgewiesenen Härchen an den einzelnen Theken in keinen Zusammenhang bringen lassen. Denn wollte man diesen feinen Härchen die Aufgabe geben, daß sie mit dazu beigetragen hätten, durch strudelnde Bewegung frisches, nahrungsreiches Wasser in die Spirale gelangen zu lassen, dann wäre es verständlicher, wenn die Spirale umgekehrt, also mit der Öffnung nach oben, im Silurmeer lebte.

Nach Ch. Lapworth's Anschauung bewegten sich die Monograpten pseudoplanktisch, an einen Tang befestigt, im Silurmeer. So wäre also auch *M. turriculatus* Barr. var. *fimbriatus* Hdt. an einen solchen Tang befestigt gewesen, der ihn durch das Wasser trug.

Ein glücklicher Fund aus den mittelsilurischen Alaunschiefern von Rußdorf bei Ronneburg in Sachsen-Altenburg läßt an einer Turrikulatusspirale eine distale Ausmündung, die sich sanft gebogen ein ganz erhebliches Stück aus der Spirale herausschwingt, erkennen. Ein erhaltenes Häkchen am Ende dieser Ausmündung kann als Befestigungsorgan, mit dem sich die Kolonie an den Tang anheftete, gedeutet werden. An den distalen, breiten Umgängen der Spirale, an den Seiten, sind hauptsächlich die Härchen erhalten geblieben. Nun kommt ihre Tätigkeit, mit zur Herbeistrudelung frischen Wassers beigetragen zu haben, erst recht zur Bedeutung, wenn man sich die Turrikulatusspirale nach oben geöffnet, mit dem Häkchen an einem Tang als Pseudoplankton befestigt, darstellt. Die Bewegung der feinen Härchen kommen den Flimmerbewegungen nahe. Die weiter unten beschriebenen Einbettungsdruckformen sprechen dafür, daß die Turrikulatusspirale vertikal mit dem Proximal nach unten hing. Wäre die Lage der Spirale nicht so gewesen, könnten sich derartige Formen nicht zeigen, die sich unmittelbar auf einem Schieferstück in einer Ebene mit den seitlich gelegten und so eingebetteten Turrikulatusspiralen zusammen vor-

finden. Es müssen demnach solche Spiralen in ihrer natürlichen Lage in den Schlamm eingesunken sein.

Auch eine holoplanktische Lebensweise ist für die Monograpten nicht anzunehmen, da solche mit Schwimmblase versehene Großkolonien weder bei den geraden, noch bei den gewundenen, speziell bei *M. turriculatus* Barr. nachgewiesen werden konnten. Darum ist auch oben für *M. turriculatus* Barr. var. *fimbriatus* Hdt. eine pseudoplanktische Lebensweise angenommen worden.

Erhalten ist dieser seltene Fund prachtvoll in Gümbelit auf jenem feinkörnigen Alaunschiefer der Zone 15 des Mittelsilurs, der sich nur in dieser und Zone 14 in so vorzüglicher Beschaffenheit für Erhaltung von Petrefakten eignet. Die betreffende Schicht im Steinbruch von Rußdorf ist fast nur von *M. turriculatus*-Resten in Gesellschaft von *M. priodon* Bronn erfüllt. Herr Lehrer P. Winkler hat diese Schicht gründlich aufgeschlossen und durchsucht. Er hat mir viele interessante Stücke seiner Sammlung zur Bearbeitung überlassen.

In der Rußdorfer Fundschicht sind Riesenmengen von *M. turriculatus* erhalten. In prachtvollen Spiralen legen sie sich über die Schieferplatten. Alle Arten von Verdrückungen lassen sich an ihnen nachweisen. Meist aber sind die Spiralen auf einer Seite liegend eingebettet worden. Legten sich darauf schwerere Tangmassen oder Schlamm, dann wurden die Spiralen zusammengedrückt. Kam der Druck seitlich, dann wurde die Spirale naturgemäß seitlich verdrückt. Sank aber die Turrikulatusspirale so wie sie aufgehängt war mit dem Proximal nach unten zu Boden, dann fielen die Tang- und Schlammassen senkrecht zur Kolonieachse auf den Stock. Die Spirale wurde wie eine Spiralfeder zusammengedrückt. Es entstanden Formen, die denen von *M. spiralis* Gein. gleichen und mancher derartige Fund wird eine irrtümliche Bestimmung herbeigeführt haben. Dieses Zusammendrücken beim Einbetten der Graptolithen hat mit dem Gebirgsdruck, den die kaledonische und varistische Faltung auslöste oder der beim Stauchen und Ziehen durch Verwerfungen entstand, nichts zu tun.

Gerade an den im Raum aufgerollten Spiralen des *M. turriculatus* Barr. und seiner Varietät *fimbriatus* kann man das durch verschiedene Einbettung veränderte Bild besser studieren, wie bei allen anderen Monograpten. Es konnte leicht geschehen, daß bei dem Proximaldruck, so will ich einmal den Druck von oben nach dem Proximal hin nennen, eine regelmäßige, in einer Ebene aufgerollte Spirale aus der Turrikulatusspirale entstand, wenn sich die Tangmassen oder die Sinkstoffe genau senkrecht in der Achsenrichtung gleichmäßig verteilt nach unten senken. Geschah das aber nur ganz wenig seitlich abgelenkt, dann verschoben sich die Distalumgänge. Es entstanden Formen, die konzentrischen Kreisen nicht unähnlich sehen. Alle diese Einbettungsformen kann nach-

träglich eingetretener Gebirgsdruck noch zu wunderlichen Verdrückungsvarianten verdrückt haben, so daß sich sogar die einzelnen Spiralumgänge überhaupt nicht mehr schneiden, sondern scheinbar geknickt erscheinen. Die Spiralen können zu großen Flächen ausgewalzt werden, können aber auch umgekehrt zusammengepreßt worden sein, daß Formen entstanden, die gleichseitigen Dreiecken gleichen.

Darum ist es möglich, daß viele *M. proteus* Barr.-Formen, sogar manche *M. armatus* Suess-Formen, nichts anderes wie *M. turriculatus* Barr.-Formen sind, die durch Einbettungs- und später einsetzenden Gebirgsdruck umgestaltet worden sind. So erscheinen mir neuere Funde aus Schlesien aus der Gegend von Schönau, Hermannswaldau, die mir in überaus freundlicher Weise Herr Geh. Bergrat Prof. Dr. E. Zimmermann zur Bearbeitung überließ, Nachkommen von den so plötzlich auftretenden und auch wieder ebenso schnell verschwindenden *M. turriculatus* Barr. in Zone 14—15 zu sein. Zwar sind das Riesenformen im schlesischen Silur, denen nur ein neuer Fund bei Hämmern in Sachsen-Meiningen gleichkommt. Diese Riesenform von Hämmern will ich später mit den schlesischen Riesen als Nachkommen von *M. turriculatus* Barr. beschreiben. Die schlesischen Funde sind fast durchweg Einbettungsformen, bei denen das Proximal durch Auflagerung von Schlamm und Tangen seitlich verlegt wurde.

Anschließend soll hier eine andere Frage gestreift werden, deren endgültige Beantwortung durch abschließende Untersuchungen nach dem Kriege erst möglich gemacht werden kann.

An einem großen Material ist meine Vermutung, daß *M. veles* Richter sp. (*M. discus* Törnquist) nichts anderes ist als eine Jugendform, vielleicht „die Jugendform" von *M. turriculatus* Barr., zur Tatsache erhärtet. Beide Spezies treten zusammen in gleichen Zonen (14—15) auf. Die *M. veles* Richter-Reste finden sich meist in der Anordnung von Schwärmen, wie es von den Siculae und den Jugendformen der Monograpten in den Ostthüringer Phosphoritknollen und dem Pöhler- und Schmiedefelder Mittel- und Obersilur nachgewiesen worden ist.

Der scheibenförmige *veles* hat Richter mit seinen unter Vergrößerung wahrnehmbaren Umgängen dazu verführt, ihn als Nichtgraptolithen, als *Nautilus veles* Richter zu beschreiben. An meinem Sammlungsmaterial zeigte sich nun, wie sich die noch zu einer Scheibe verschmolzenen Umgänge mancher Exemplare bei verschiedenen Stücken aufrollten, zur im Raume aufgerollten kleinen Spirale, zum *Monograptus turriculatus* Barr. wurden. Das Proximal vom echten *turriculatus* zeigt sich dann immer sehr deutlich. Oft sieht der junge *M. turriculatus* Barr. wie ein *M. armatus* aus. Wo sich keine *M. turriculatus* Barr. finden, lassen sich auch keine *veles* mehr nachweisen. Schon dieses Zusammenvorkommen von

M. veles Richt. und *M. turriculatus* Barr. läßt die Vermutung leicht aufkommen, daß beide in irgendeinem Verhältnis zueinander stehen. Dieses bestehende Verhältnis ist oben gekennzeichnet. An der Hand von Abbildungen gedenke ich später die Entwicklungsreihe der *veles*-Formen zu *M. turriculatus* Barr. ausführlicher zu behandeln.

Vorläufige Mitteilungen über tertiäre Land- und Süßwasser-Mollusken.

Von **C. H. Jooss**, z. Zt. in Ludwigsburg.

I.

In einer demnächst erscheinenden, größeren Abhandlung beabsichtige ich eine Neubearbeitung der tertiären Land- und Süßwassermollusken Württembergs bekanntzugeben. Es sei mir gestattet, das Hauptsächlichste daraus in dieser vorläufigen Mitteilung kurz zu erwähnen, da von anderer Seite eine ähnliche Arbeit vorbereitet wird.

Familie **Oleacinidae**.

Genus ***Poiretia*** Fischer 1883.

Subgenus *Palaeoglandina* Wenz 1915.

1. *Palaeoglandina gracilis* (Zieten) var. *insignis* n. var.

Unterscheidet sich vom Typus aus dem oberen Oligocän — den *Ramondi*-Schichten — Württembergs, Badens und des Mainzer Beckens durch weit geringere Größe, verkürzteres Gewinde und stärkere Anwachsstreifen, worin sie sich bereits der nachher zu erwähnenden, obermiocänen Form nähert.

Vorkommen: Im oberen Mittelmiocän — den roten Heliciden-mergeln — Württembergs, Badens und Hohenzollerns; selten.

2. *Palaeoglandina gracilis* (Zieten) var. *costata* n. var.

Seither als var. *porrecta* (Gobanz) aus dem unteren und oberen Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten und den Flinz- und Dinotheriensanden — erwähnt, mit dieser aber nicht identisch, worauf schon Standfest a. a. O. hinwies [1]. Neubenennung daher notwendig. Unterscheidet sich vom Typus durch größeres, schlankeres, mehr elliptisches Gehäuse und die Oberflächenskulptur, welche in breiten Bändern besteht, die je aus mehreren, runzelartigen Anwachsstreifen

[1] Verhandlungen d. k. k. geol. Reichsanstalt. Jahrg. 1882. p. 178.

zusammengesetzt und durch tiefe Längsfurchen voneinander getrennt sind, ferner durch die etwas höhere und breitere Mündung und den, gegen die letztere hin, weniger steil abfallenden letzten Umgang.

Vorkommen: Im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — Württembergs und Bayerns, dem oberen Obermiocän — Flinz- und Dinotheriensanden — Bayerns; nicht häufig.

3. *Palaeoglandina gracilis* (Zieten) var. *steinheimensis* n. var.

Kleine, dünnschalige, feingestreifte Lokalform des Steinheimer Beckens.

Vorkommen: Im oberen Obermiocän — den Steinheimer Schichten — von Steinheim am Aalbuch in Württemberg.

Familie Zonitidae.

Genus *Zonites* Montfort 1810.

Subgenus *Aegopis* Fitzinger 1833.

4. *Aegopis praecostatus* n. sp.[1]

Gehäuse mittelgroß, niedrig kegelförmig, unten gewölbt, mäßig weit und durchgehend genabelt, aus sechs flach gewölbten, durch tiefe Nähte getrennten, mit kräftigen, dichtgestellten, schiefen Anwachsstreifen bedeckten Umgängen bestehend. Unterseite sehr fein gestreift, glänzend, Mündung eiförmig.

Vorkommen: Im oberen Mittelmiocän — den roten Heliciden-mergeln — Württembergs, Badens und Hohenzollerns; nicht häufig

Genus *Hyalinia* Férussac 1819.

Subgenus *Hyalinia* s. str.

5. *Hyalinia subnitens* (Klein).

Seither als *Hyalinia orbicularis* (Klein) in der Fachliteratur eingeführt. Klein's Original der *orbicularis* in der Stuttgarter Kgl. Naturaliensammlung ist aber eine große *Pyramidula* aus dem Untermiocän — den Talfinger Schichten — des Michelsberges in Ulm, die von jetzt ab so benannt werden muß, während die hier in Betracht kommende Art, deren Jugendformen Klein 1853 als *Helix subnitens* beschrieb (Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 9. p. 210. Taf. 5 Fig. 7), zukünftig diesen Namen zu führen hat[2].

---

[1] Bezüglich des Vergleiches der hier als neu beschriebenen Arten mit verwandten fossilen und rezenten verweise ich auf meine oben angekündigte Hauptarbeit.

[2] Vergl. auch Gottschick und Wenz, Die *Silvana*-Schichten von Hohenmemmingen und ihre Fauna. Nachrichtsblatt d. d. malakozool. Ges 1916. p. 23 u. 24.

Vorkommen: Im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — Württembergs und Bayerns verbreitet; ferner nicht selten im oberen Obermiocän — den Steinheimer Schichten — von Steinheim am Aalbuch in Württemberg.

6. *Hyalinia procellaria* n. sp.

Gehäuse dünnschalig, glänzend, oben nahezu flach, unten stark abgeplattet, mäßig weit und durchgehend genabelt. Es besteht aus 5 langsam sich aufrollenden, äußerst fein gestreiften, durch tiefe Nähte getrennten Umgängen, deren letzter sehr schwach gekielt ist. Mündung schief gestellt, breit mondförmig, mit einfachen, scharfen Rändern.

Vorkommen: Bis jetzt nur als Seltenheit im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — von Mörsingen in Württemberg beobachtet.

Subgenus *Polita* Held 1837.

7. *Polita suevica* n. sp.

Kleine, oberseits ziemlich gewölbte, unterseits leicht abgeplattete, eng und durchgehend genabelte Art, deren Gehäuse von 4½ gewölbten, durch tiefe Nähte getrennten, ziemlich gleichmäßig zunehmenden Umgängen gebildet wird, die vom zweiten ab mit sehr feinen, dichten, regelmäßigen Anwachsstreifen bedeckt sind, welche oben eine schwache Biegung zeigen, unten dagegen fast geradlinig dem Nabel zulaufen. Letzter Umgang wenig breiter als der vorletzte, Mündung gerundet, schief gestellt, mit einfachen, scharfen Rändern.

Vorkommen: Im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — von Dischingen in Württemberg, ziemlich selten.

Genus *Janulus* Lowe 1852.

8. *Janulus mörsingensis* n. sp.

Gehäuse sehr flach kegelförmig, kreisförmig, an der Spitze abgeflacht, an der Basis etwas abgeplattet, eng und durchgehend genabelt, aus 6 gewölbten, durch sehr tiefe Nähte getrennten Umgängen bestehend, die vom zweiten ab mit etwas schiefgestellten, leicht gebogenen Rippchen bedeckt sind. Diese sind auf dem zweiten noch sehr dichtgestellt und fein, nehmen dann aber rasch an Stärke zu und gleichzeitig vergrößert sich auch der Abstand zwischen ihnen. Etwas oberhalb der Mitte des Umgangs gehen sie nach unten in feine, geradlinig dem Nabel zulaufende Streifen über, so daß die Unterseite der Schale fast glatt erscheint. Der letzte Umgang ist vorn etwas erweitert und endet in eine schiefgestellte, mondförmige Mündung, welche durch den vorletzten leicht ausgeschnitten wird. Mundränder einfach und scharf, durch eine

dünne Schwiele verbunden, innere Bezahnung vorhanden und damit die Zugehörigkeit zur Gattung *Janulus* erwiesen.

Vorkommen: Sehr selten im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — von Mörsingen.

9. *Janulus supracostatus* SANDBERGER emend. JOOSS.

KLEIN hat 1853 diese Art mit seiner oberoligocänen bezw. untermiocänen *Helix gyrorbis* = *Janulus gyrorbis* verwechselt (Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 9. p. 211), und SANDBERGER wirft 1874 unter dem Namen *Patula (Janulus) supracostata* drei ganz verschiedene Arten zusammen (Land- und Süßw.-Conch. d. Vorwelt. p. 584), nämlich die hier angeführte, ferner den oben erwähnten *Janulus mörsingensis*, sowie die später zu beschreibende *Pyramidula (Gonyodiscus) silvana* n. sp. Seine Diagnose ist auf die hier besprochene Art gegründet, während seine Abbildung (l. c. Taf. 29 Fig. 2—2 c) *P. silvana* n. sp. darstellt. In seiner Diagnose macht SANDBERGER übrigens den Fehler, daß er für *Janulus supracostatus* 9 Umgänge angibt, während KLEIN (l. c.) 7—9 anführt. Die Art hat aber nie mehr wie 7—7¼ Umgänge.

Vorkommen: Im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — von Bechingen und Mörsingen in Württemberg, ziemlich selten.

Familie **Endodontidae.**

Genus *Pyramidula* FITZINGER 1833.

Subgenus *Gonyodiscus* FITZINGER 1833.

10. *Pyramidula (Gonyodiscus) silvana* n. sp.

Als *Patula supracostata* bisher irrigerweise in der Fachliteratur eingeführt, muß aus den oben erwähnten Gründen neu benannt und beschrieben werden: Schale klein, niedrig kegelförmig, fast kreisrund, mit stumpfem, zitzenförmigem oberem Ende und schwach abgeplatteter, weit-trichterförmig genabelter Unterseite. Sie besteht aus 5—5¼ stark gerundeten, durch tief gekerbte Nähte getrennten Umgängen, von welchen der erste glatt ist, alle übrigen aber mit dichtgestellten, ziemlich kräftigen, leicht gebogenen Rippchen bedeckt sind, die auf der Mitte des Umganges plötzlich in feine, geradlinige Streifen übergehen und als solche auf der Unterseite dem Nabel zulaufen. Die Rippchen sind auf der Oberseite des 2. und 3. Umgangs noch ziemlich fein und werden erst vom letzteren an kräftiger. Letzter Umgang ungefähr die Hälfte der Gesamthöhe erreichend, Mündung etwas schiefgestellt, fast kreisrund, durch den vorletzten Umgang nur wenig ausgeschnitten, Mundränder einfach und scharf, durch eine dünne Schwiele verbunden.

Vorkommen: Im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — Württembergs, Bayerns und Österreichs verbreitet. Ferner auch im Obermiocän der Schweiz.

An den Typus schließt sich an die var. *suevica* (GOTTSCHICK und WENZ) aus den *Sylvana*-Schichten von Hohenmemmingen [1].

11. *Pyramidula (Gonyodiscus) wenzi* n. sp.

Gehäuse flach kegelförmig, mit etwas erhabenem oberem Ende und abgeflachter, weit und durchgehend genabelter Unterseite. Zahl der Umgänge: 6, diese sind kräftig gewölbt und durch tief eingesenkte Nähte getrennt. Ihre Verzierung besteht in zahlreichen, feinen, leicht gebogenen Anwachsstreifen, welche in gleicher Stärke bis zum Nabel fortlaufen.. Letzter Umgang rund, Mündung mondförmig, durch den vorletzten Umgang leicht ausgeschnitten, mit einfachen, scharfen Rändern.

Vorkommen: Unteres Obermiocän — *Sylvana*-Schichten — von Mörsingen, ziemlich selten.

12. *Pyramidula (Gonyodiscus) diezi* (CLESSIN) var. *ulmensis* n. var.

Unterscheidet sich vom Typus aus dem böhmischen Untermiocän, von welchem CLESSIN a. a. O. übrigens irrigerweise 7, anstatt $5\frac{1}{2}$—6 Umgänge angibt [2], durch ihr flach kegelförmiges Gehäuse, flachere Umgänge, seichtere Nähte und feiner und dichter gestreifte Unterseite.

Vorkommen: Untermiocän — Talfinger Schichten — von Talfingen bei Ulm, ziemlich selten.

13. *Pyramidula (Gonyodiscus) orbicularis* KLEIN emend. JOOSS [3].

Gehäuse mittelgroß, flach kegelförmig, oberseits gewölbt, unten etwas abgeplattet. Umgangszahl: $5\frac{1}{2}$, Umgänge ziemlich flach, verhältnismäßig rasch an Breite zunehmend, durch sehr seichte, angedrückte Nähte getrennt. Letzter etwas mehr gewölbt, ca. $\frac{5}{8}$ der Gesamthöhe der Schale einnehmend. Umgänge, vom zweiten ab, oberseits mit zahlreichen, feinen, unregelmäßigen, etwas schiefgestellten Anwachsstreifen bedeckt, die auf dem letzten undeutlicher werden und oft zu breiten Bändern zusammenfließen und in dieser Form über die Unterseite der Schale dem Nabel zulaufen. Letzterer ist mäßig weit, offen und durchgehend. Letzter Umgang stumpf gekielt, vorn etwas erweitert, Mündung schiefgestellt, halbmondförmig, etwas erbreitert, Mundränder einfach, scharf, oberer etwas vorgezogen.

Vorkommen: Untermiocän — Talfinger Schichten — Württembergs und Bayerns, nicht häufig.

---

[1] GOTTSCHICK und WENZ, l. c. p. 28.

[2] Ber. d. naturwiss. Vereins zu Regensburg. IV. Heft f. d. Jahre 1892—93. p. 30.

[3] vergl. das bei *Hyalinia subnitens*, p. 288, Gesagte.

Familie **Punctidae.**

Genus *Punctum* Morse 1864.

14. *Punctum pumilio* n. sp.

Gehäuse sehr klein, oberseits sehr flach, unten gewölbt, sehr weit und durchgehend genabelt, aus 4 nahezu runden, durch tiefe Nähte getrennten Umgängen bestehend, die langsam an Breite zunehmen und mit dichtgestellten, feinen, ziemlich undeutlich ausgeprägten, oft zu breiten Bändern vereinigten Anwachsstreifen bedeckt sind, welche auf der Unterseite etwas schwächer werden. Der letzte Umgang ist vorn leicht nach abwärts geneigt, die Mündung fast kreisförmig, durch den vorletzten Umgang wenig ausgeschnitten, mit einfachen, scharfen, durch eine Schwiele verbundenen Rändern, von welchen der obere wenig vorgezogen ist.

Vorkommen: Unteres Obermiocän — *Sylvana*-Schichten — Württembergs, ziemlich selten.

Familie **Helicidae.**

Subfamilie Hygromiinae.

Genus *Hygromia* Risso 1826.

Subgenus *Trichiopsis* C. Böttger 1911.

15. *Trichiopsis helicidarum* n. sp.

Gehäuse sehr stumpf kegelförmig, mit gewölbter, eng und halbverdeckt genabelter Unterseite. Aus 5 sehr flachen, durch seichte Nähte getrennten Umgängen bestehend, von denen der erste und zweite glatt, die übrigen mit zahlreichen, feinen Anwachsstreifen bedeckt sind. Der letzte ist anfangs stumpf gekielt, gegen die Mündung hin aber völlig rund und vorn etwas erweitert. Mündung mondförmig, Mundränder durch eine Schwiele verbunden, der obere und der Außenrand sind einfach, der Unterrand ist am Nabel umgeschlagen und verdeckt letzteren zur Hälfte.

Vorkommen: Im oberen Mittelmiocän — den roten Heliciden-mergeln — von Harthausen in Hohenzollern, nicht häufig.

Genus *Galactochilus* Sandberger 1874.

16. *Galactochilus brauni* (Thomae) var. *suevica* n. var.

Unterscheidet sich vom Typus aus dem oberen Oligocän — *Ramondi*-Schichten — des Mainzer Beckens durch etwas kleineres, weniger kegelförmiges, mehr bauchiges Gehäuse, breitere, stärker gewölbte Umgänge, deren Anwachsstreifen mehr nach rückwärts gebogen sind, nicht immer völlig verdeckten Nabel und vorn stärker nach abwärts geneigten, letzten Umgang. Var. *suevica* ist auf die *Ramondi*-Schichten Württembergs und Badens beschränkt, im Untermiocän — den Öpfinger und Talfinger Schichten —

Württembergs und Bayerns wird sie durch den nahe verwandten *G. inflexum* (Zieten) abgelöst, mit welchem sie seither verwechselt wurde. *Helix suevica* Sandberger (Vorwelt, p. 459) in Probst's Sammlung ist eine Jugendform von *Galactochilus brauni suevicum* Jooss.

17. *Galactochilus alveum* n. sp.

Als *Helix alveus* n. sp., nomen nudum, bei Sandberger (Vorwelt, p. 459) erwähnt.

Gehäuse groß, kegelförmig, mit abgeflachtem oberem Ende und gewölbter, halb verdeckt genabelter Unterseite. Es besteht aus 5 ziemlich gewölbten, durch tiefe Nähte getrennten Umgängen, welche mit sehr feinen, schiefgestellten, zu schmalen Bändern zusammenfließenden Anwachsstreifen bedeckt sind. Letzter Umgang ca. $\frac{2}{3}$ der Gesamthöhe erreichend, vorn plötzlich nach abwärts geneigt, vor der schiefgestellten, durch den vorletzten Umgang wenig ausgeschnittenen Mündung breit aber seicht eingeschnürt. Mundsaum leicht verdickt, schwach ausgebreitet, Spindelrand oben einen dicken, kegelförmigen Wulst bildend und dadurch den mit einer stumpfen Kante umgebenen Nabel halb bedeckend. Mundränder durch eine dünne Schwiele verbunden.

Vorkommen: Untermiocän — Talfinger Schichten — Württembergs, ziemlich selten.

Genus *Tropidomphalus* Pilsbry 1894.

18. *Tropidomphalus dilatatum* n. sp.

Gehäuse groß, flach kugelig, mit stumpfer Spitze und gewölbter, nahezu verdeckt genabelter Basis. Es besteht aus $5\frac{1}{2}$ ziemlich flachen, durch seichte Nähte getrennten Umgängen, welche mit zahlreichen, ziemlich kräftigen, leicht gebogenen Anwachsstreifen bedeckt sind. Letzter vorn kurz abwärts geneigt, eingeschnürt, und in eine große, breit halbeiförmige Mündung, mit verdickt umgeschlagenen, innen gelippten, durch eine kräftige Schwiele verbundenen Rändern endend.

Vorkommen: Im oberen Mittelmiocän — den roten Heliciden-mergeln — Württembergs und Badens, nicht häufig.

19. *Tropidomphalus sparsistictum* n. sp.

Als *Helix sparsisticta* n. sp., nomen nudum, bei Sandberger (Vorwelt, p. 590) erwähnt.

Gehäuse groß, oben sehr flach, unten mäßig gewölbt, mittelweit und halbverdeckt genabelt, aus 5 ziemlich gewölbten, von schmalen, aber tiefen Nähten getrennten Umgängen bestehend, welche vom zweiten ab mit zarten, undeutlich hervortretenden, zu ungleich starken Bündeln gruppierten Anwachsstreifen bedeckt sind,

zwischen welchen sich runde Papillen und Haargruben in schrägen Kreuzlinien angeordnet finden. Letzter Umgang vorn ziemlich steil abwärts gesenkt, vor der Mündung etwas eingeschnürt, Mündung schiefgestellt, breit hufeisenförmig, mit schwach verdickten, wenig und gleichmäßig ausgebreiteten, durch eine mäßig dicke Schwiele verbundenen Rändern, von welchen der Spindelrand sich nach oben etwas erbreitert und den Nabel ungefähr halb verdeckt.

Vorkommen: Im Obermiocän — den *Malleolata*-Schichten — von Altheim, OA. Ehingen, nicht selten; ferner im oberen Obermiocän — den Flinz- und Dinotheriensanden — Württembergs und Bayerns, nicht selten.

Genus *Klikia* Pilsbry 1894.

Subgenus *Klikia* Pilsbry 1894.

20. *Klikia coarctata* (Klein) var. *umbilicata* n. var.

Ist vom Typus durch etwas niedrigeres, oberseits flacheres, unterseits eng genabeltes Gehäuse, niedrigeren letzten Umgang, auf welchem die Kante deutlicher hervortritt, und etwas tiefere Nähte verschieden.

Vorkommen: Im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — Württembergs, nicht selten; im oberen Obermiocän — den Flinz- und Dinotheriensanden — Bayerns, nicht häufig.

21. *Klikia coarctata* (Klein) var. *steinheimensis* n. var.

Gehäuse niedriger als beim Typus aus den *Sylvana*-Schichten, oberseits und unterseits flacher, Nabel gänzlich verdeckt, Umgänge weniger gewölbt, niedriger und fast glatt, beim letzten die stumpfe Kante nur eben noch angedeutet oder auch ganz fehlend. Mündung niedriger, Mundsaum nicht so stark ausgebreitet.

Vorkommen: Im oberen Obermiocän — den Steinheimer Schichten — von Steinheim am Aalbuch, selten.

22. *Klikia catantostoma* (Sandberger) var. *conica* n. var.

Unterscheidet sich vom Typus durch mehr kegelförmiges Gehäuse, gewölbtere, durch tiefere Nähte getrennte Umgänge, von welchen der letzte stumpf gekantet ist, und fast gänzlich verdeckten Nabel.

Vorkommen: Im unteren Obermiocän — den *Sylvana*-Schichten — Württembergs, selten.

Besprechungen.

Ernst Haeckel: Kristallseelen. Studien über das anorganische Leben. Mit 1 Tafel in Farbendruck u. zahlreichen Abbild. im Text. 152 p. gr. 8^0. Alfred Kröners Verlag in Leipzig. 1917.

O. Lehmann hat in seinen Schriften über die scheinbar lebenden Kristalle oft auf vermeintliche Analogien dieser mit Lebewesen hingewiesen und dafür die Bewegungen der fließenden Kristalle, die Art ihres Wachstums, ihr Ineinanderfließen und ihre Teilung in Vergleich gezogen mit (äußerlich) ähnlichen Vorgängen im Leben der einfachsten Organismen, ihrer Nahrungsaufnahme, Kopulation und Zellteilung. Auch die Frage, ob die scheinbar lebenden Kristalle eine Seele besitzen, hat Lehmann mehrfach aufgeworfen, so u. a. in der als Dreigespräch zwischen Lehmann, Schulze und Müller abgefaßten Schrift: „Die scheinbar lebenden Kristalle", der andern: „Flüssige Kristalle und die Theorien des Lebens", und vor allem in seinem Werk „Die neue Welt der flüssigen Kristalle" (1911), und sie in diesem ausführlich diskutiert.

An diese Schriften knüpft nun Haeckel an. Für ihn als den Monisten haben Lehmann's Untersuchungen die allergrößte Bedeutung, und was zu befürchten war, ist hier eingetreten. In meinen Referaten über die Abhandlungen Lehmann's habe ich öfters auf das Bedenkliche hingewiesen, den scheinbaren Analogien zu große Bedeutung beizulegen und aus den zuerst nur „scheinbar lebenden" Kristallen mehr und mehr „lebende" Kristalle werden zu lassen (u. a. N. Jahrb. f. Min. etc. 1906. II. -152-). Haeckel läßt das „scheinbar" gleich auf der ersten Seite fallen und spricht von einer gründlichen Erkenntnis der „lebenden Kristalle" und betrachtet die Kristalle allgemein als „lebende Naturkörper" und mit Rücksicht auf ihre psychomechanischen Eigenschaften auch als „beseelte". „Alle Dinge sind beseelt, Kristalle so gut wie Organismen."

Wenn es sich nur darum handeln würde, auf Analogien in dem symmetrischen Bau von organischen Gebilden und Kristallformen hinzuweisen, so wäre dagegen gar nichts einzuwenden, es ließe sich manche nicht nur rein äußerliche Analogie nachweisen; wenn aber der Versuch gemacht wird, das, was an fließenden Kristallen doch nur als scheinbar lebend bezeichnet worden war, glattweg als lebend anzusprechen und die weitestgehenden Konsequenzen daraus zu ziehen, so ist dies ein kühner Flug der Phantasie, dem der nicht folgen kann, der noch von der Scholle der Tatsachen beschwert wird.

Es erübrigt sich, auf den Inhalt im einzelnen einzugehen, gar manches wäre rein sachlich zu beanstanden, nur einiges aus dem Inhaltsverzeichnis mag hier angeführt sein.

Das erste Kapitel ist der Kristallkunde, von Haeckel Kristallotik genannt, gewidmet. Es werden hier, wie z. T. schon früher, unterschieden: Sterrokristalle, die echten „starren Kristalle", Kollokristalle, Gallertkristalle, welche im Wasser aufquellen. Biokristalle, feste Mischkristalle aus der gemeinsamen Arbeit von lebendigem Plasma und mineralischer Substanz entstanden. Rheokristalle, die flüssigen oder „scheinbar lebenden" Kristalle von O. Lehmann; hierin liegt schon ein Irrtum, nicht die flüssigen, sondern gewisse fließende Kristalle hatte Lehmann als scheinbar lebend bezeichnet. Ein Sterrokristall ist tot, wenn er nicht mehr wachsen kann, scheintot, wenn sein Wachstum unterbrochen ist, wenn dies auch Jahrtausende andauert. Die Sterrokristalle verhalten sich in dieser Beziehung wie niedere Organismen, z. B. Rädertiere. Am Schluß dieses Kapitels werden die folgenden Sätze aufgestellt: 1. Alle Kristalle, ebenso die festen Sterrokristalle wie die flüssigen Rheokristalle, sind lebendig, solange sie wachsen und sich entwickeln — so lange, als sich die latente Gestaltungskraft ihrer Substanz (die potentielle Energie) in aktuelle Energie (oder lebendige Kraft) umsetzt. 2. Die molekularen Bewegungen und die damit verknüpften Fühlungen der kristallisierenden Substanz sind im Prinzip nicht verschieden von den entsprechenden „Lebenserscheinungen" der niedersten Organismen, die man früher einer teleologischen „Lebenskraft" zuschrieb. 3. Alle diese „Lebensakte" (im weitesten Sinne), sowohl anorganische wie organische, sind auf die gleichen elementaren Gesetze der Physik und Chemie zurückzuführen, zuletzt auf das monistische Substanzgesetz. 4. Durch die unbefangene kritische Vergleichung der sphärischen Rheokristalle (Myelinkugeln) mit den einfachsten Probionten (Chroococcus) wird die traditionelle künstliche Scheidewand zwischen anorganischer und organischer Natur endgültig aufgehoben.

Im zweiten Kapitel wird die Probiontik oder Zytodenkunde behandelt, im dritten die Radiotik oder Strahlingskunde, im vierten die Psychomatik oder Fühlungskunde. Hier begegnen wir der Elektronseele, Atom- und Molekülseele und der Kristallseele. In einer der Tabellen am Schluß ist eine Stufenleiter des Seelenlebens aufgestellt, in der die genannten Seelen die drei untersten Sprossen bilden, während der Geist des Kulturmenschen auf der höchsten, der zwölften Sprosse steht.

Dem Werke sind außer Abbildungen von flüssigen und fließenden Kristallen nach O. Lehmann und einer Tafel Schneekristalle (Arbeiten der Schneeseele) Figuren von Radiolarien und Diatomeen aus Haeckel's „Kunstformen der Natur" beigegeben, die ihm zur Zierde gereichen. Wer sich den Inhalt dieses Werkes auch nicht zu eigen machen kann, wird sich gern dem Reize der geistvollen Darstellung hingeben. R. Brauns.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländ.-Ostindien.

Von **H. A. Brouwer** in Delft.

Mit 1 Textfigur.

V. Der Granodioritkontakt des Bolio-Hutu-Gebirges südlich von Sumalatta (Nord-Celebes).

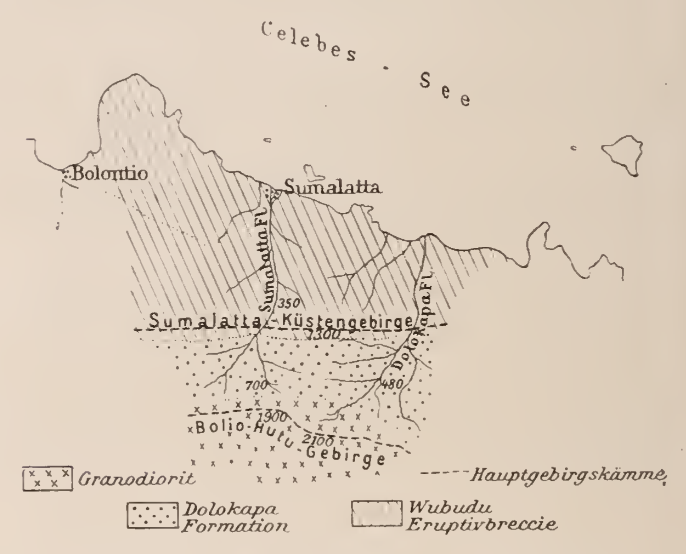
Geologisches.

Die untersuchten Eruptiv- und Kontaktgesteine wurden im Jahre 1901 gesammelt von Prof. G. A. F. Molengraaff, der sie mir freundlichst zur Untersuchung überlassen hat. In seiner Abhandlung [1] über die Geologie und die goldführenden Erzgänge der Umgegend von Sumalatta ist folgendes für die geologischen Verhältnisse des Granitkontaktes von Interesse.

Der Kamm, wie überhaupt der ganze obere Teil des Bolio-Hutu-Gebirges, besteht aus granitischen bis granodioritischen Gesteinen, die stellenweise von Porphyriten durchbrochen werden. Gegen den Nordabhang legt sich eine Formation von geschichteten Gesteinen an (Dolokapa-Formation), aus welchen das ganze Hügelland zwischen dem Bolio-Hutu-Massiv und dem Sumalatta-Küstengebirge zusammengesetzt ist. Diese Gesteine zeigen, z. B. im Dolokapa-Tal und im Sumalatta-Tal in der Nähe der Intrusivgesteine, eine starke Kontaktmetamorphose; Prof. Molengraaff teilte mir mündlich mit, daß zahlreiche Apophysen von zum Teil beträchtlichen Dimensionen im Dolokapa-Tal beobachtet wurden und die metamorphen Gesteine wurden am Kontakt mit diesen pegmatitisch ausgebildeten Gesteinen gesammelt. Hart am Granit heran kommen Gesteine vor, welche Typen von kristallinen Schiefern makroskopisch durchaus ähnlich sehen. Etwas weiter entfernt stehen Hornfelse an, inprägniert von zahlreichen Kontaktmineralien, wie Epidot, Axinit, Calcit, Grossular und Magnetkies. Diese Mineralien bilden oft unregelmäßige oder auch linsenförmige Anhäufungen im Hornfels, welche mitunter Hohlräume einschließen,

[1] G. A. F. Molengraaff, Über die Geologie der Umgegend von Sumalatta auf Nord-Celebes und über die dort vorkommenden goldführenden Erzgänge. Zeitschr. f. prakt. Geol. 10. 1902. p. 249—257.

in welchen Axinit, Epidot und Calcit nicht selten frei auskristallisiert sind. Auch Skapolith wird als Kontaktmineral erwähnt. Ganz unveränderte Gesteine der Dolokapa-Formation treten nirgends zutage. An den Stellen am weitesten — etwa 3½ km — von der Granitgrenze entfernt besitzen die Gesteine den Charakter von etwas verhärteten Grauwackeschiefern.



Geologische Skizze der Umgegend von Sumalatta.
(Nach G. A. F. Molengraaff, l. c. Fig. 31, p. 249.)

Die Schichten der Dolokapa-Formation sind überall steil aufgerichtet, im Dolokapa-Tale fallen sie mit durchschnittlichem ostwestlichem Streichen sehr steil (85°) entweder nördlich oder südlich ein, während im Quellgebiet des Sumalatta-Flusses das Streichen W 30 N ist mit einem Einfallen von etwa 40° nach S—SW.

Die Granodiorite.

Die untersuchten Gesteine des Bolio-Hutu-Massivs enthalten viel, z. T. basischen, Plagioklas. Quarz kommt in allen Gesteinen reichlich vor.

Die Augitbiotitgranodiorite enthalten viel, mikroskopisch sehr schwach grünlichen Augit und weniger Biotit als dunkle Gemengteile. Quarz ist reichlich vorhanden. Der Plagioklas ist bald nicht, bald schwächer oder stärker zonar gebaut, häufige Abwechslung von basischen und sauren Zonen kommt vor. Die Hauptmasse

des Plagioklases gehört wohl zum Andesin, Labrador wurde aber häufig als zentraler Teil von zonar gebauten Kristallen beobachtet. Der Augit ist z. T. uralitisiert, vollständig umgewandelte Kristalle kommen zahlreich vor. Orthoklas ist weniger reichlich vorhanden als Quarz, die beiden letztgenannten Mineralien sind jünger als die Plagioklase. Idiomorphe Plagioklase werden manchmal ganz von größeren Quarzkristallen umschlossen. Es kommt vor, daß der Orthoklas Teile eines Plagioklaskristalls umsäumt, hier und auch sonst ist der Orthoklas bisweilen schriftgranitisch mit Quarz verwachsen. Der Biotit ist stark pleochroitisch von dunkelrotbraun bis hellbräunlichgelb und zeigt in basalen Schnitten ein sich fast nicht öffnendes Kreuz. Idiomorphe Magnetkriställchen, Apatit und vereinzelte Zirkonsäulchen werden von den übrigen Gemengteilen umschlossen, der Magnetit findet sich besonders im Biotit und Augit, in einigen Plagioklasen wurden zahlreiche Augit- und Magnetitkriställchen eingeschlossen beobachtet.

In anderen granodioritischen Gesteinen (so das Gestein vom 2100 m hohen Gipfel des Bolio-Hutu-Gebirges) fehlt der Biotit als dunkler Gemengteil. Der Augit ist nicht unverändert vorhanden, aber die uralitisierten Kristalle sind wohl aus ursprünglichem Augit hervorgegangen. Auch Chlorit und Epidot kommen als sekundäre Bestandteile neben dem grünen faserigen Amphibol in den umgewandelten Augiten vor. Die Plagioklase sind größtenteils stark zonar gebaut und sind z. T. sehr basisch. Es wurden z. B. symmetrische Auslöschungen von 37° in einem Plagioklas mit nur sehr schmaler saureren Randzone beobachtet. Magnetit, Zirkon und Apatit kommen auch in diesem Gesteine vor.

Die pegmatitischen Gesteine, die beim Ursprung des Dolokapa-Flusses am Kontakt mit den Hornfelsen vorkommen, bestehen aus Kalifeldspat, oft zonar gebautem sauren Plagioklas und Quarz mit wenig dunklen Mineralien, die in Chlorit umgewandelt sind. Schriftgranitische Verwachsungen kommen vor.

Die Kontaktgesteine.

Zum Teil sind die untersuchten metamorphen Gesteine durch normale Kontaktmetamorphose entstanden, für andere muß eine Stoffzufuhr aus dem intrusiven Gesteine angenommen werden, so daß auch pneumatolytische Kontaktmetamorphose stattgefunden hat. Die untersuchten Hornfelse stammen aus dem Ursprungsgebiet des Dolokapa-Flusses.

Schwach metamorphe Grauwackeschiefer.

Die etwas verhärteten, feinkörnigen Grauwackeschiefer in großer Entfernung vom Kontakt mit abwechselnden Bändern von heller und dunklerer, vielfach grauer Farbe zeigen mikroskopisch keine Neubildungen.

Sie bestehen hauptsächlich aus Bruchstücken von Quarz und Feldspat, bisweilen auch mit zahlreichen Bruchstücken von, z. T. chloritisiertem, Pyroxen, in einer, oft dichten, Basis. Calcit kommt in einigen Gesteinen auch ziemlich reichlich vor.

Stärker metamorphe Grauwackeschiefer.

Stärker veränderte feinkörnige bis dichte Gesteine, die mikroskopisch zahlreiche Neubildungen zeigen, aber in denen die Struktur des ursprünglichen Gesteins noch deutlich erkennbar ist, bilden z. T. gebänderte Gesteine mit abwechselnden Schichten von verschiedener Zusammensetzung. Die Metamorphose ist auf eine Umkristallisation des Bindemittels beschränkt.

Biotitreiche Gesteine.

Biotitreiche Gesteine bestehen aus einem Gemenge von sehr viel größeren Quarz- und Feldspatkörnern (größtenteils Plagioklas) mit weniger, z. T. gewiß rhombischem Pyroxen in einem biotitreichen, feinkristallinen Gemenge derselben Mineralien. Es konnte nicht mit Gewißheit entschieden werden, ob das Bindemittel ganz an der Umkristallisation teilgenommen hat, jedenfalls müssen aber die reichlich anwesenden Biotitkriställchen ganz als Neubildung aufgefaßt werden, und dasselbe gilt sicher für einen Teil der übrigen Gemengteile des jetzigen Bindemittels. Sekundärer Chlorit und zahlreiche Erzkriställchen kommen auch in diesen Gesteinen vor. Eine randliche Beeinflussung der größeren Quarz- und Feldspatkörner konnte manchmal beobachtet werden.

Biotitreiche Gesteine mit Amphibol.

Ein rötlicher, feinkristalliner Hornfels wurde gesammelt im oberen Dolokapa-Tal bei etwa 950 m Höhe. Größere Kristalle von Plagioklas mit symmetrischen Auslöschungen bis 30^0 (auch Kalifeldspat könnte anwesend sein), die oft Karlsbader und polysynthetische Zwillingsbildung zeigen, liegen in einem biotitreichen feinkristallinen Gemenge, in dem Feldspat reichlich vorkommt; auch Quarz dürfte hier in beträchtlicher Menge anwesend sein.

Die größeren Feldspatkristalle zeigen oft idiomorphe oder fast idiomorphe Begrenzung. Erzkriställchen kommen in geringer Menge im Gestein vor. Außerdem kommt ziemlich reichlich ein Mineral vor, dessen bestimmbare Eigenschaften auf Amphibol hinweisen. Es ist in sehr langen, schmalen Säulchen ausgebildet, die oft zu büschelförmigen und divergentstrahligen Aggregaten vereinigt sind. Die Lichtbrechung ist stark, die Doppelbrechung in diesen kleinen Kriställchen mäßig, die Längsrichtung ist stets positiv und schiefe Auslöschungen bis etwa 20^0 kommen vor. Das Mineral ist mikroskopisch farblos, in gerade auslöschenden Schnitten wurde der Austritt einer stumpfen negativen Bisektrix beobachtet.

Amphibolreiche Gesteine.

In gebänderten Gesteinen sind die Schichten z. T. sehr reich an braunem Amphibol. Sie bestehen aus einem Gemenge von größeren Kristallen von Plagioklas, weniger Orthoklas, Amphibol, Quarz und wenig Biotit in einem feinkörnigen Gemenge derselben Mineralien. Auch opakes Eisenerz kommt ziemlich häufig vor, z. T. mit pyritischem Glanz. Die größeren Kristalle von Feldspat und Quarz zeigen keine idiomorphe Begrenzung und die Struktur des ursprünglichen Grauwackensandsteins kann noch deutlich erkannt werden. Die größeren Kristalle sind auch höchstens in der Randzone etwas angeschmolzen und werden von neugebildetem Amphibol umsäumt. Die Plagioklase sind meistens nicht zonar gebaut und haben ungefähr die Zusammensetzung des Andesins. Der Amphibol ist pleochroitisch von hellbraun bis farblos mit $\mathfrak{c} \geqq \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$, die Kristalle sind unregelmäßig begrenzt und sind einschlußfrei oder durchlöcherte Kristalle umschließen kleine Individuen der übrigen Gemengteile des Gesteins, besonders das Erz kommt häufig eingeschlossen vor. Auch finden sich kleine Amphibole bisweilen in den größeren Quarzen und Feldspaten, besonders in den randlichen Partien, umschlossen. Zwillinge nach (100) wurden beobachtet. Der Biotit ist pleochroitisch bis fast farblos, ist unregelmäßig begrenzt und häufig mit Erz verwachsen.

Diopsidreiche Gesteine.

Die amphibolreichen Gesteine wechseln ab mit Schichten, in denen nur spärlich ein grünlicher Amphibol, pleochroitisch von dunkelgraugrün bis hellgrünlich, aber hauptsächlich ein mikroskopisch farbloser diopsidischer Pyroxen als Neubildung vorkommt. Auch hier kann die Struktur des ursprünglichen Grauwacken noch deutlich erkannt werden und die mineralogische Zusammensetzung stimmt, abgesehen von der Vertretung des Amphibols durch Pyroxen, mit den oben erwähnten überein.

Der Diopsid bildet unregelmäßig begrenzte, mikroskopisch farblose, z. T. durchlöcherte Individuen, von denen viele kleinere oft zu Aggregaten vereinigt sind.

Was in den abwechselnden Bändern bald zur Pyroxen-, bald zur Amphibolbildung Veranlassung gegeben hat, konnte nicht entschieden werden.

In biotitfreien Gesteinen liegen die großen Quarz- und Feldspatkörner in einem sehr diopsidreichen feinkörnigen Gemenge von Pyroxen mit weniger Quarz und Feldspat. Auch hier wird gelegentlich randliche Beeinflussung der größeren Körner beobachtet, indem z. B. schmale, ganz mit einem Diopsidaggregat ausgefüllte Äderchen in die Randzone der Körner eindringen. Auch in den zentralen Teilen kommt gelegentlich dieser Diopsid eingeschlossen vor. Etwas Calcit wurde in diesen Gesteinen beobachtet.

Stark metamorphe Kontaktprodukte.

Die ganz umkristallisierten Gesteine aus der Nähe des Kontaktes können in verschiedene Gruppen verteilt werden.

Plagioklas-Cordierit-Hornfelse.

Diese körnigen Hornfelse bestehen hauptsächlich aus einem Gemenge von Quarz, Cordierit, Plagioklas, Orthoklas und Biotit. Auch farbloser Glimmer kommt in geringer Menge neben Biotit und häufig als Umwandlungsprodukt der Cordierite vor. Pyrit und auch wohl Magnetit in idiomorphen Kriställchen sind ziemlich häufig, Hypersthen und Apatit kommen nur in geringer Menge vor. Der Quarz kommt vielfach vor in großen Individuen, die poikilitisch Feldspat, Cordierit und Biotit umschließen. Auch Orthoklas kommt in großen Individuen mit zahlreichen Einschlüssen von anderen Gemengteilen des Gesteins vor. Der Cordierit bildet kurzprismatische Kristalle, die bekannte Zwillingsbildung dieses Minerals wurde nur ausnahmsweise beobachtet, sie fehlt den Cordieriten dieser Hornfelse fast ganz. Basale Schnitte zeigen oft mehr oder weniger sechsseitige oder abgerundete Begrenzung. Die Lichtbrechung und die negative Doppelbrechung sind in den unveränderten Kristallen schwach. Bisweilen wurden mikroskopisch schwach bläuliche Farben beobachtet. Umwandlungserscheinungen sind verbreitet, häufig beginnend mit einer Abnahme der Doppelbrechung des Cordierits. Die Neubildungen bestehen hauptsächlich aus Muskovit, auch Chlorit kommt vor.

Der Plagioklas zeigt maximale symmetrische Auslöschungsschiefen von 20°, Schnitte senkrecht zur negativen Bisektrix zeigen eine Auslöschungsschiefe von 22°, gemessen gegen die Trace der Zwillingslamellen. Er gehört also zu Andesin, ein sehr schwach zonarer Bau wurde bisweilen beobachtet. Der Biotit ist sehr stark pleochroitisch von dunkelrotbraun bis hellgelb, besonders da, wo er ganz von großen Quarz- oder Kalifeldspatkristallen umschlossen ist, zeigt er eine mehr oder weniger idiomorphe Begrenzung. häufig ist die Form aber unregelmäßig und die Kristalle kommen mit den übrigen Gemengteilen verwachsen vor. Erzkriställchen werden häufig von Biotit umschlossen und kleinere Individuen der farblosen Mineralien kommen in Biotit eingeschlossen vor, auch in den oben erwähnten mehr oder weniger idiomorphen Biotiten, die manchmal dadurch ein durchlöchertes Aussehen bekommen haben.

Plagioklas-Biotit-Hornfelse.

Andere feinkörnigere Strukturabarten ohne die großen Quarz- und Orthoklaskristalle, die schichtförmig mit den vorigen abwechseln, sind ärmer an Cordierit. Biotit ist zahlreicher, aber in kleineren Kriställchen vorhanden und auch der Gehalt an sauren, sich dem Oligoklas nähernden Plagioklas ist sehr groß, so daß das Gestein hauptsächlich aus Plagioklas und Biotit aufgebaut ist,

indem Plagioklas überwiegt. GOLDSCHMIDT[1] hat als Anhang zu den Plagioklas-Biotit-Hornfelsen einen Plagioklas-Biotit-Hornfels beschrieben, in dem Plagioklas der Mischung $An_{20} Ab_{80}$ und Biotit die Hauptgemengteile sind. Die Verwandtschaft von unserem Hornfels mit den Plagioklas-Cordierit-Hornfelsen ist viel deutlicher, weil Cordierit noch ziemlich häufig im Gestein vorkommt. Offenbar hat sich der Cordierit im kieselsäureärmeren Gestein nur in geringerer Menge bilden können. Ein Pyroxenmineral, das in den Plagioklas-Cordierit-Hornfelsen in geringer Menge vorkommt, wurde hier nicht beobachtet. Schwach zonarer Bau der Plagioklase kommt auch hier nur ausnahmsweise vor.

Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse.

Biotitreiche Hornfelse, deren Struktur Übereinstimmung zeigt mit den feinkörnigen Plagioklas-Biotit-Hornfelsen, enthalten ziemlich reichlich rhombischen Pyroxen. Cordierit fehlt diesen Hornfelsen ganz und rhombischer Pyroxen ist neben Biotit das einzige MgO-FeO-Mineral.

Der Plagioklas hat nach seinen optischen Eigenschaften ungefähr die Zusammensetzung von Oligoklas-Andesin, er kommt sehr reichlich im Gesteine vor und ist nicht zonar gebaut. Wenn Quarz und Kalifeldspat anwesend sind, dann ist ihre Menge gewiß sehr gering. Hypersthen ist fast in gleicher Menge wie der Biotit anwesend, er ist z. T. in eine grüne chloritische Substanz umgewandelt. Vereinzelte große Auslöschungsschiefen weisen auf die Anwesenheit in sehr geringer Menge eines diopsidischen Pyroxens hin. Idiomorphe Erzkriställchen, z. T. mit deutlichem pyritischen Glanz, sind ziemlich häufig, auch Apatit und ein vereinzelter Zirkonkristall wurden beobachtet.

Plagioklas-Diopsid-Hornfelse.

Dieses sehr feinkörnige, makroskopisch dichte, Plagioklas-Diopsid-Gemenge enthält auch etwas Titanit. Der Plagioklas ist z. T. deutlich polysynthetisch verzwillingt, aber es ist nicht leicht, um die Zusammensetzung der farblosen Masse, in der die Pyroxenkörner liegen, mit Sicherheit zu bestimmen. Auch Kalifeldspat kommt vor und dürfte in beträchtlicher Menge anwesend sein.

Skapolith-Diopsid-Hornfelse.

Diese Gesteine wechseln schichtförmig ab mit den sehr feinkörnigen, makroskopisch dichten Plagioklas-Diopsid-Hornfelsen, der Skapolith ist in großen Porphyroblasten entwickelt, von denen die, hier auch größeren, Diopsidkristalle umschlossen werden.

Die großen Skapolithe zeigen eine deutliche Spaltung und sind einachsig negativ, optische Anomalien wurden in der untersuchten Probe nicht beobachtet. Die Lichtbrechung ist deutlich

[1] V. GOLDSCHMIDT, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. 1911. p. 158.

höher als die des Kanadabalsams, die Doppelbrechung ist nicht sehr schwach. Teile des Gesteins bestehen aus einander berührenden Skapolithkristallen, die Diopsidkristalle in nicht sehr großer Menge umschließen, andere Teile bestehen aus mosaikähnlichen Aggregaten von kleinen und größeren Diopsidkriställchen, zwischen denen kein Skapolith vorkommt. Der Diopsid ist mikroskopisch farblos. Sehr vereinzelt wurde opakes Erz und auch grün durchsichtiger Spinell in idiomorphen Kriställchen in den Diopsidaggregaten beobachtet.

Axinithaltige Kalksilikatgesteine.

Schöne Stufen aus der Nähe des Kontaktes im oberen Dolokapa-Tal zeigen den braunen Axinit in Hohlräumen in zentimetergroßen Kristallen ausgebildet.

Die axinithaltigen Kalksilikatgesteine sind mittelkörnige Gesteine, in denen mikroskopisch folgende Mineralien beobachtet wurden: Granat, Axinit, Epidot, Calcit, Quarz, Diopsid, Chlorit und opakes Erz (z. T. schon makroskopisch sichtbarer Magnetkies). Der Granat ist mikroskopisch z. T. schwach bräunlichgelb gefärbt und zeigt starke optische Anomalien, oft verbunden mit polysynthetischer Zwillingsstreifung. Auch eine ausgesprochene Zonarstruktur in den randlichen Partien, mit Abwechslung von schmalen, schwach und etwas stärker doppelbrechenden Zonen, kommt vor. Die Färbung ist oft auf die Randzone der Kristalle beschränkt, während der innere Teil mikroskopisch farblos erscheint.

Kleine Diopsidkörner werden manchmal in großer Menge von den Granaten umschlossen, aber sonst gehört dieses Mineral offenbar zu den älteren Bildungen, denn kleinere, mehr oder weniger idiomorphe Granate kommen in fast allen übrigen Gemengteilen des Gesteins eingeschlossen vor.

Der Axinit zeigt eine starke Lichtbrechung, die aber weniger stark ist als die des Epidots, und quarzähnliche Doppelbrechung. Er ist mikroskopisch farblos und optisch negativ. Eine Spaltung ist manchmal deutlich wahrnehmbar. Bisweilen zeigen Teile eines selben Individuums kleine Auslöschungsunterschiede, andere Kristalle löschen einheitlich aus. Die charakteristischen, spitzwinkligen Kanten der Kristalle wurden nur ausnahmsweise beobachtet, nämlich wo der Axinit an Calcit grenzt, offenbar ist er eines der jüngsten Mineralbildungen im Gestein; der Epidot, Diopsid und Granat sind idiomorph gegen Axinit begrenzt und werden ganz oder z. T. vom letztgenannten Mineral umschlossen. Der Axinit bildet bisweilen nur das in geringer Menge vorhandene Bindemittel der genannten Mineralien.

Ähnlich wie der Axinit verhält sich der Calcit, der als Aderfüllung in den Granaten vorkommt, aber auch in breiteren Partien, die idiomorphe Granate umsäumen und als Bindemittel von zahlreichen, z. T. idiomorphen, kleinen Granatkristallen mit Diopsid und Epidot auftritt.

Der Epidot ist gegen Calcit und Quarz und auch mehr oder weniger gegen Axinit idiomorph begrenzt, nicht aber gegen den Granat, von dem auch manchmal zahlreiche kleine Kristalle mit Diopsidkörnern in durchlöcherten Epidotkristallen umschlossen werden. Die Doppelbrechung wechselt stark und nur in den stark doppelbrechenden Partien der Kristalle wurde eine sehr schwache Pistazitfarbe beobachtet.

Der Diopsid ist mikroskopisch farblos und kommt hauptsächlich in den kleinen, z. T. deutlich idiomorphen Kriställchen vor, die von den übrigen Gemengteilen des Gesteins umschlossen werden.

Grüner, faseriger und schwach doppelbrechender Chlorit findet sich, wie der Calcit, und oft mit letztgenanntem Mineral als Aderbildung in den Granaten, tritt aber auch allein oder zusammen mit Calcit als Bindemittel von kleineren Granaten etc. auf. Bisweilen sind diese zahlreichen kleineren Granatpartien, für soweit sie keine idiomorphe Begrenzung zeigen, wohl isolierte Partien eines größeren Kristalls, die durch sekundäre Mineralbildung abgetrennt wurden.

Auch der Quarz tritt, allein oder zusammen mit Calcit, nur als Füllmasse zwischen den übrigen Bestandteilen des Gesteins auf. Opakes Erz wird besonders vom Granat umschlossen. Es konnte in diesem Gestein also eine bestimmte Reihenfolge in der Bildung der verschiedenen Mineralien festgestellt werden mit: 1. Erz, 2. Diopsid, 3. Granat, 4. Epidot, 5. Axinit, 6. Quarz, Calcit und Chlorit.

Normale und pneumatolytische Kontaktgesteine.

Die oben beschriebenen Kontaktprodukte können z. T. als durch normale Kontaktmetamorphose entstanden betrachtet werden, während andere als Produkt pneumatolytischer Kontaktmetamorphose, mit Stoffzufuhr aus dem intrusiven Magma, entstanden sind.

Die normalen Hornfelse sind größtenteils Kontaktprodukte aus der Reihe Tonschiefer—mergeliger Kalkstein, die von Goldschmidt[1] in zehn Klassen unterverteilt wurden. Andalusithaltige Hornfelse wurden unter den normalen Kontaktgesteinen nicht angetroffen. Sie gehören also zu kontaktmetamorphen Mergelschiefern der Klassen 3—7, während metamorphe Tonschiefer und auch Kontaktprodukte von kalkreichen Mergelschiefern und mergeligen Kalksteinen fehlen. Gesteine aus den folgenden Klassen sind oben beschrieben:

Klasse 3: Plagioklas-Cordierit-Hornfelse.
  Anhang: Plagioklas-Biotit-Hornfelse mit Cordierit.
Klasse 5: Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse.
Klasse 7: Plagioklas-Diopsid-Hornfelse.

[1] V. M. Goldschmidt, l. c. p. 140 ff.

Die Plagioklas-Cordierit-Hornfelse enthalten reichlich Quarz und Kalifeldspat, die als letzte Bildung in großen Porphyroblasten die übrigen Gemengteile umschließen. Der Kalkgehalt des ursprünglichen Gesteins war offenbar nicht sehr gering, denn der in kalkfreien Tonschieferhornfelsen auftretende Andalusit fehlt ganz und auf Kosten davon hat sich Anorthit gebildet, der mit dem Albit in isomorphe Mischung eingetreten ist. Wie in den Tonschieferhornfelsen ist Quarz im Überschuß vorhanden. Auf einen großen MgO-Gehalt weist das reichliche Vorkommen von Cordierit und Biotit, das Kali war auch in größerer Menge zugegen und findet sich im Glimmer (Kaliglimmer ist nur sehr spärlich vorhanden) und im Orthoklas.

Bei größerem Kalkgehalt des ursprünglichen Gesteins werden erst Anorthit und Hypersthen statt Cordierit gebildet, in unserem Plagioklas-Hypersthen-Hornfels hat sich schon gar kein Cordierit mehr bilden können. Bei noch größerem Kalkgehalt bildet sich neben Hypersthen auch Diopsid, und in dem oben beschriebenen Plagioklas-Diopsid-Hornfels kommt nur Diopsid vor. Während die Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse sehr reich sind an Biotit, kommt dieses Mineral im Hornfels mit monoklinem Pyroxen nicht vor, offenbar war der ursprüngliche Kalkgehalt so beträchtlich, daß der Biotit nicht mehr gebildet werden konnte, während statt diesem Mineral Anorthit, Plagioklas und Diopsid entstanden sind. Auch die Skapolith-Diopsid-Hornfelse sind biotitfrei. Auffallend ist das Fehlen des reichlichen Quarz- und Kalifeldspatgehalts der Plagioklas-Cordierit-Hornfelse in allen übrigen untersuchten kalkreicheren Kontaktgesteinen, was auf einen verhältnismäßig geringen Gehalt an Kieselsäure und Kali in diesen Gesteinen hinweist.

Im Plagioklas-Biotit-Hornfels mit Cordierit fehlt Quarz, der in den Plagioklas-Cordierit-Hornfelsen in beträchtlicher Menge vorkommt. Das weist schon auf einen viel geringeren Gehalt an Kieselsäure hin, der auch die reichliche Cordieritbildung verhindert hat. Biotit konnte sich dagegen reichlicher bilden.

Unter Beteiligung pneumatolytischer Prozesse sind die axinithaltigen Kalksilikatgesteine gebildet worden, die wahrscheinlich an der Stelle von ursprünglichen kalkreichen Gesteinen auftreten. Der Axinit ist das einzige beobachtete Bormineral, Turmalin wurde in keinem der untersuchten Kontaktgesteine angetroffen. Auch die Skapolith-Diopsid-Hornfelse weisen auf eine Stoffzufuhr aus dem intrusiven Magma hin; daß diese skapolithhaltigen Kontaktprodukte in gebänderten Gesteinen mit normalen Plagioklas-Diopsid-Hornfelsen abwechseln, würde darauf hinweisen, daß nur bestimmte Schichten Bestandteile aus den magmatischen Gasen gebunden haben.

Über einen Hydromagnocalcit aus dem Tale Lopusna bei dem Dorfe Lucsivna am Südabhange des Tatragebirges.

Von Emanuel Glatzel.

1. Vorkommen und Eigenschaften.

Am Südabhange des Tatragebirges liegt zwischen den Eisenbahnstationen Csorba und Poprad—Felka die Station Lucsivna und in deren Nähe das Dorf Lucsivna. Von diesem führt ein wenig befahrener Weg nach dem Tale Lopusna. An den Abhängen dieses Tales finden sich zerstreut faust- bis kopfgroße Gesteinsbrocken von kreideweißer Farbe vor, die amorph sind und einen muscheligen Bruch besitzen. Ihr spezifisches Gewicht wurde zu 2,412 ermittelt. Sie lösen sich leicht und vollkommen unter Aufbrausen in Salzsäure auf und geben beim Glühen neben Kohlendioxyd reichlich Wasser ab. Die chemische Analyse zeigte, daß ihnen die Formel $\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$ zukommt, daß sie also normaler Hydromagnocalcit sind.

2. Bestimmung des spezifischen Gewichts.

Zur Ermittlung des spezifischen Gewichts des Minerals wurden größere, feste Stücke bei 15^0 C zunächst in der Luft und dann im Wasser gewogen, woraus sich das Gewicht des verdrängten Wassers ergab. Hieraus und aus dem Gewicht des Minerals in der Luft war dann dessen spezifisches Gewicht leicht zu berechnen.

Folgende Tabelle zeigt eine übersichtliche Zusammenstellung der bei zwei Untersuchungen verwendeten Gewichtsmengen des Minerals, deren Gewichte im Wasser, der berechneten Gewichtsverluste im Wasser und der gefundenen spezifischen Gewichte.

1. Gewicht des Minerals in der Luft bei 15° C	2. Gewicht des Minerals im Wasser bei 15° C	3. Aus 1. u. 2. berechnetes Gewicht des durch das Mineral verdrängten Wassers	4. Aus 3. u. 1. berechnetes spez. Gewicht des Minerals
Erste Untersuchung:			
9,6664 g	5,6502 g	4,0162 g	2,407
Zweite Untersuchung:			
6,7916 g	3,9809 g	2,8107 g	2,416

Das mittlere spezifische Gewicht des Minerals beträgt somit: 2,412

3. Gang der Analyse.

Das Mineral wurde folgendermaßen analysiert: Zur Bestimmung des Calciumoxyds und Magnesiumoxyds wurde ein Gramm des Minerals in Salzsäure gelöst, die Lösung mit Ammoniumhydroxyd übersättigt und hierauf die Flüssigkeit mit Ammoniumoxalat versetzt, wodurch sich Calciumoxalat abschied. Dieses wurde abfiltriert, getrocknet, durch Glühen in Calciumoxyd umgewandelt und dessen Gewicht bestimmt.

Das Filtrat vom Calciumoxalat wurde mit einer Lösung von Dinatriumphosphat versetzt, das hierdurch entstandene Ammoniummagnesiumphosphat abfiltriert, gut ausgewaschen, getrocknet, durch Glühen in Magnesiumpyrophosphat übergeführt, dessen Gewicht bestimmt und hieraus der Gehalt des Minerals an Magnesiumoxyd berechnet.

Zur Bestimmung des Kohlendioxydgehalts diente ein kleiner Geißler'scher Kohlensäureapparat, der mit Salzsäure und Schwefelsäure gefüllt war. In ihm wurde eine kleine Menge des fein gepulverten Minerals abgewogen und diese dann mit der in dem Apparate vorhandenen Salzsäure behandelt. Hierdurch entwich das in der Substanz enthaltene Kohlendioxyd. Dieses wurde durch Absaugen sorgfältigst entfernt und darauf der Apparat wieder gewogen. Die Differenz der Gewichte des Apparats vor und nach der Behandlung des Minerals mit Salzsäure war dann gleich dem Gewicht des in der Substanz enthaltenen Kohlendioxyds.

Durch Glühen eines Gramms des Minerals und nachheriges Wiegen wurde schließlich die Summe des Wasser- und Kohlendioxydgehalts ermittelt und aus dieser durch Subtraktion des nach voriger Methode festgestellten Kohlendioxydgehalts der Wassergehalt der Substanz bestimmt.

4. Berechnung und Resultate der Analysen.

Der Berechnung der Analysen wurden die internationalen Atomgewichte von 1916 zugrunde gelegt und demgemäß $Ca = 40{,}07$, $Mg = 24{,}32$, $O = 16$, $C = 12{,}005$, $H = 1{,}008$ und $P = 31{,}04$ gesetzt.

Hiernach war das Molekulargewicht von $CaO = 56{,}07$, von $Mg_2P_2O_7 = 222{,}72$, von $MgO = 40{,}32$, von $CO_2 = 44{,}005$, von $H_2O = 18{,}016$ und das der untersuchten Substanz $\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$ $= 158{,}411$.

Die auf p. 309 und 310 befindlichen Tabellen zeigen eine übersichtliche Zusammenstellung der Resultate zweier Analysen und die Aufstellung der sich aus ihnen ergebenden Formel des Minerals. Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß das Mineral zwar nicht absolut genau, aber fast genau der Formel $\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$ entspricht. Es enthält ein klein wenig mehr Calciumcarbonat und etwas weniger Magnesiumhydroxyd als der Formel zukommt.

1. Zur Analyse verwendete Gewichte des Minerals	2. Aus den in 1. angegebenen Gewichten wurden erhalten	3. Aus 1. u. 2. berechnete prozentische Zusammensetzung des Minerals	4. Molekularverhältnisse (Prozente dividiert durch die entsprechenden Molekulargewichte)
	Erste Analyse		
1 g zur Bestimmung von CaO	0,3647 g CaO	36,47 % CaO	0,6504 CaO
1 g zur Bestimmung von MgO	0,6385 „ $Mg_2P_2O_7$	23,12 „ MgO	0,5734 MgO
1,2375 g zur Bestimmung von CO_2	0,3548 „ CO_2	28,67 „ CO_2	0,6515 CO_2
1 g zur Bestimmung von H_2O	0,3925 „ $\{CO_2 + H_2O\}$	39,25 „ $\{CO_2 + H_2O\}$	0,5873 H_2O
		also 10,58 „ H_2O	
	Zweite Analyse		
1 g zur Bestimmung von CaO	0,3664 g CaO	36,64 % CaO	0,6535 CaO
1 g zur Bestimmung von MgO	0,6378 „ $Mg_2P_2O_7$	23,09 „ MgO	0,5727 MgO
1,1055 g zur Bestimmung von CO_2	0,3187 „ CO_2	28,83 „ CO_2	0,6552 CO_2
1 g zur Bestimmung von H_2O	0,3946 „ $\{CO_2 + H_2O\}$	39,46 „ $\{CO_2 + H_2O\}$	0.5900 H_2O
		also 10,63 „ H_2O	

5. Setzt man das kleinste Molekularverhältnis, also das des Magnesiumoxyds, gleich 1, so ergeben sich folgende Molekularverhältnisse	6. Abgerundete Molekularverhältnisse	7. Nach 6. kommt also dem Mineral die Formel zu	8. Nach der Formel $\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$ berechnete prozentische Zusammensetzung des Minerals	9. Differenzen zwischen der durch die Analyse gefundenen und der nach der Formel $\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$ berechneten prozentischen Zusammensetzung des Minerals
Erste Analyse				
1,1343 CaO	1 CaO	$\{CaO . MgO . CO_2 . H_2O\}$	35,39 % CaO	+ 1,08 % CaO
1.0000 MgO	1 MgO	oder $\{CaO . CO_2 + MgO . H_2O\}$	25,45 „ MgO	— 2,33 „ MgO
1,1362 CO_2	1 CO_2	oder	27,78 „ CO_2	+ 0,89 „ CO_3
1,0242 H_2O	1 H_2O	$\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$	11,38 „ H_2O	— 0,80 „ H_2O
			100,00 %	
Zweite Analyse				
1,1411 CaO	1 CaO	$\{CaO . MgO . CO_2 . H_2O\}$	35,39 % CaO	+ 1,25 % CaO
1,0000 MgO	1 MgO	oder $\{CaO . CO_2 + MgO . H_2O\}$	25,45 „ MgO	— 2,36 „ MgO
1,1441 CO_2	1 CO_2	oder	27,78 „ CO_2	+ 1,05 „ CO_2
1,0302 H_2O	1 H_2O	$\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$	11,38 „ H_2O	— 0,75 „ H_2O
			100,00 %	

C. F. Rammelsberg gibt in dem Handbuch der Mineralchemie, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1875, p. 242, unter 3. b die Analyse eines Hydromagnocalcits von Predazzo an, die von Damour herrührt, deren Resultate mit den hier gefundenen nahe übereinstimmen. Dieser Hydromagnocalcit enthielt: 35,85% CaO, 24,90% MgO, 26,68% CO_2 und 10,61% H_2O.

5. Zusammenfassung.

In dem am Südabhange des Tatragebirges zwischen den Eisenbahnstationen Csorba und Poprad—Felka südlich des Dorfes Lucsivna gelegenen Tale Lopusna finden sich faust- bis kopfgroße Gesteinsbrocken von kreideweißer Farbe vor, die amorph sind, einen muscheligen Bruch besitzen und deren spezifisches Gewicht 2,412 beträgt. Sie lösen sich leicht und vollkommen unter Aufbrausen in Salzsäure auf und geben beim Glühen neben Kohlendioxyd reichlich Wasser ab. Sie enthalten im Mittel 36,55% CaO, 23,15% MgO, 28,75% CO_2 und 10,60% H_2O, woraus hervorgeht, daß sie Hydromagnocalcit von der einfachen Formel $\{CaCO_3 + H_2MgO_2\}$ sind.

Breslau, Chem. Laboratorium der städt. Oberrealschule, am 22. Juni 1918.

Über zwei fossilführende Interglaziale in Wolhynien.

Von **C. Gagel.**

Vor kurzem hatte ich Gelegenheit, im wolhynischen Randdiluvium auch zwei fossilführende Diluvialbildungen kennen zu lernen, die mir ein größeres Interesse darzubieten scheinen und wohl eine kurze Beschreibung rechtfertigen dürften.

Beide liegen gut aufgeschlossen in den Steilufern des Bug, nicht weit südlich von Wlodawa (nördlich Cholm), beide werden von kreuzgeschichteten typischen Diluvialsanden mit nordischem Inhalt unterlagert und überlagert und so als echte Diluvialbildungen gekennzeichnet; die eine ist von mir selbst aufgefunden; die andere ist schon auf der internationalen geologischen Karte als Tertiär verzeichnet, wurde aber schon von Herrn Dr. Salfeld als diluviale Bildung erkannt, und ich bin Herrn Dr. Salfeld zu Dank verpflichtet, daß er mich auf dieses Interglazial aufmerksam machte, und mir so die nähere Untersuchung des Vorkommens nahegelegt wurde!

Die erste der erwähnten fossilführenden Diluvialbildungen ist ein reichlich molluskenführender, blaugrauer bis graugelber Tonmergel, der sich beim Dorfe Sbereszcze im steilen Bugufer an einer Prallstelle des Flusses, unmittelbar vom Flußniveau aus, etwa $2\frac{1}{2}$—3 m hoch erhebt und oben von einer mit jüngerem Terrassensand bedeckten Abrasionsfläche abgeschnitten wird. Die steile Wand des Tonmergels ist ziemlich schwer zugänglich, stellenweise völlig senkrecht ins Wasser abstürzend und zeigt teilweise eine spärliche, z. T. aber auch ziemlich reichliche Molluskenführung. Es ist ein normaler, wohlgeschichteter diluvialer Tonmergel, feinsandig, ziemlich kalkreich und zu oberst von einer gelben, ausgeprägten, fossil- und kalkfreien Verwitterungszone von etwa 5—7 dcm Stärke bedeckt. Auf eine Erstreckung von etwa 50—80 m zeigt diese gelbe, kalkfreie Verwitterungszone des Tonmergels auch noch eine ausgeprägte, tiefschwarze Schwarzerderinde von etwa 2—4 dcm Stärke; größtenteils ist diese Schwarzerderinde und auch noch Teile der sonstigen Verwitterungszone abradiert und die Abrasionsfläche von jüngeren (Diluvial?)-Sanden von 3—6 dcm Stärke bedeckt, die eine sehr ausgeprägte, schöne Terrasse bilden, aus der sich 50—200 m westlich ein zweiter Steilrand zu einer höheren Diluvialterrasse erhebt, auf welcher das Dorf Sbereszcze liegt.

Ob die Abrasionsterrasse über dem fossilführenden Tonmergel noch diluvial oder schon altalluvial ist, will ich, mangels genauerer Übersicht über die sonstigen Terrassenverhältnisse am Bug, nicht entscheiden. Jedenfalls liegt zwischen der Bildung dieser von Terrassensanden bedeckten Abrasionsterrasse und der Bildung des fossilführenden Tonmergels ein sehr beträchtlicher Zeitraum, in dem die Tonmergel trocken gelegt wurden, dann intensiv und tief verwitterten und von einer dicken, mächtigen Schwarzerderinde bedeckt wurden, worauf dann die Terrassenabrasion und Aufschüttung erfolgte. Nach Bohrungen, die ich am Fuße der höheren Terrasse ausführte, sinkt die Oberfläche des Tonmergels nach Westen (nach dem Dorfe zu) so schnell, daß sie dort mit dem 2 m-Bohrer nicht mehr zu erreichen ist. Nach Norden zu keilt sich der Tonmergel, der an der Stelle der größten Mächtigkeit bis unter das Bug-Niedrigwasser herunterreicht, allmählich aus und unter ihm kommen kreuzgeschichtete Diluvialsande zum Vorschein, in denen sich noch weiter nördlich, hinter der neuen, erst 1917 gebauten Bugbrücke, eine stark humose Schicht mit allerlei fossilen Pflanzenresten, Aststücken, Holz und sonstigem abgeriebenen, verschwemmtem Detritus findet, sowie auch durch Eisenhydroxyd verkittete Schichten. Nach Süden verschwindet der Tonmergel wegen einer Biegung des Buglaufes vollständig unter den Terrassensanden bzw. deren Abrutschmassen.

Das Aufsammeln der Fossilien in dem Tonmergel bot allerlei

Schwierigkeiten, nicht nur wegen der Steilheit der Wand, an der ich mich großenteils nur, durch meinen Burschen festgehalten, halten konnte, sondern auch wegen des Mangels jeglichen Geräts zum Ausschlämmen und der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit, so daß ein Sammeln nach Schichten völlig unmöglich war und ich mich auf das Herausstechen der ohne weiteres im Ton sichtbaren Fossilien mit dem Messer begnügen mußte, wobei noch immer zu beachten war, daß ich nicht mit der Diluvialfauna zusammen die vom Bug-Hochwasser aufgespülten rezenten und oft am Tonmergel angeklebten Molluskenschalen miteinsammelte. Bei sachgemäßem Sammeln und Ausschlämmen an Ort und Stelle wird sich die Fundstelle wahrscheinlich als sehr reich erweisen. Immerhin gelang es mir, etwa 30 Arten aus dem Tonmergel herauszuholen, die sich dann bei näherem Zusehen auch in der Erhaltung von der subrezenten Bugfauna deutlich unterschieden; z. T. in recht zahlreichen Exemplaren, die mein Kollege Dr. Schmierer zu bestimmen die Freundlichkeit hatte, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danken möchte.

Nach diesen Bestimmungen von Herrn Dr. Schmierer fanden sich in dem Tonmergel folgende fossile Arten:

1. *Conulus fulvus* Müll.
2. *Hyalinia hammonis* Ström.
3. *Zonitoides nitida* Müll., 1 Stück.
4. *Vallonia pulchella* Müll., häufig.
5. — *costata* Müll., 1 Stück.
6. *Petasia bidens* Chamn., 1 Stück.
7. *Hygromia hispida* L., 1 schlecht erhaltenes Stück.
8. — *rubiginosa* A. Schm., häufig.
9. *Pupilla muscorum* Müll.
10. *Vertigo pygmaea* Drap.
11. *Cionella lubrica* Müll., Normalform.
12. *Succinea Pfeifferi* Rssm., häufig.
13. — *oblonga* Drap. var. *elongata* A. Br., 1 Stück.
14. *Carychium minimum* Müll.
15. *Gulnaria lagotis* Schrank.
16. — *peregra* Müll. var. *attenuata* Cless.
17. *Limnophysa palustris* Müll. und var. *gracillima* Andr.
18. *Planorbis (Corctus) corneus* L.
19. — *(Tropidiscus) umbilicatus* Müll.
20. — *(Gyrorbis) leucostoma* Mill.
21. — (—) *septemgyratus* Rssm.
22. — *(Gyraulus) albus* Müll.
23. — *(Segmentina) nitidus* Müll.
24. *Bithynia tentaculata* L., häufig.
25. — cf. *Loczyi* Kormos, 1 Stück.
26. *Valvata pulchella* Stud.

27. *Valvata naticina* Mke., 1 Stück.
28. — *cristata* Müll., 1 Stück.
29. *Sphaerium corneum* L.
30. *Pisidium amnicum* Müll.

Hierzu fügt Herr Dr. Schmierer noch folgende Bemerkungen:

„Die aus 14 Landschnecken- und 16 Süßwassermolluskenarten bestehende Fauna ist durch einen Fluß (*Pisidium amnicum!*) zusammengetragen worden, der im Frühjahr nach der Schneeschmelze oder im Sommer nach Wolkenbrüchen und stärkeren Niederschlägen sein Überschwemmungsgebiet zu überfluten pflegte, leere Schneckengehäuse, Holzteile, Sämereien und Pflanzenhäcksel vom Boden abhob und an geschützten Stellen als Geniste wieder absetzte. Nur die Molluskenschalen haben sich im Tonmergel erhalten, in großer Individuenzahl und meist unzerbrochen. Einen weiten Weg haben die Schalen nicht zurückgelegt. Die Wassermollusken lebten wohl zum größten Teil in den benachbarten Altwassern des Flusses, und auch die Landschnecken sind durchweg Arten, die die Feuchtigkeit lieben und sich vorwiegend auf Wiesen, unter Laub und feuchtem Holz in Niederungsgebieten aufhalten. Es sind hygrophile, wärmescheue Arten. Ausgesprochen xerophile Formen fehlen. Echt hygrophil sind *Conulus fulvus, Hyalinia hammonis, Zonitoides nitida, Petasia bidens, Hygromia rubiginosa, Carychium minimum, Succinea Pfeifferi.* Neuerdings unterscheidet Geyer (Die Mollusken des schwäbischen Lösses in Vergangenheit und Gegenwart. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. **73**. 1917. p. 78) als ‚euryhygrom' diejenigen ‚Mollusken, die zwar hygrophil, aber trotzdem unabhängig von einem bestimmten Feuchtigkeitsgrad, vom nassen bis zum relativ trockenen Standort sich verbreiten'. Hierher gehören *Vallonia pulchella, costata, Hygromia hispida. Cionella lubrica, Pupilla muscorum, Vertigo pygmaea, Succinea oblonga.*

Die rezente Molluskenfauna der Umgebung von Sbereszcze kennen wir nicht genau und sind daher nicht in der Lage, sie mit der fossilen eingehend in Vergleich zu setzen. Auffallend ist allerdings, daß die vom Bug heute in großer Menge ausgeworfene *Vivipara contorta* Müll. im Tonmergel von Sbereszcze nicht vorzukommen scheint. Freilich ist unsere Kenntnis der fossilen Fauna noch recht unvollständig; durch weitere Aufsammlungen wird sich unsere Liste noch bedeutend vergrößern lassen. Nur soviel läßt sich feststellen, daß der Gesamtcharakter der fossilen und der rezenten Fauna des weiteren Gebiets derselbe geblieben ist. So führt Geyer[1] aus dem Urwald von Bialowies außer *Succinea oblonga* var. *elongata*, *Gulnaria lagotis*, *Valvata naticina* und *Bithynia* cf. *Loczyi* sämtliche Arten unserer Liste auf. *Succinea oblonga*

[1] D. Geyer. Zur Molluskenfauna des Urwaldes von Bialowies (Bjalowjesh). Nachrichtsbl. Deutsch. Malak. Ges. 1917. p. 97—109.

var. *elongata* gilt vielfach als eine für diluviale Ablagerungen charakteristische Form, wird aber von KORMOS[1] unter dem Namen *S. oblonga sgonostoma* auch aus dem Alluvium und der heutigen Fauna Ungarns erwähnt und als ,die im Aussterben begriffene Urform der *S. oblonga*' bezeichnet. Das Vorkommen von *Gulnaria lagotis* und *Valvata naticina* hat nichts Auffallendes. Letztere ist eine sarmatisch-pontische Art, die westlich der Oder nur fossil gefunden ist. Eine nur in einem Stück gefundene *Bithynia* steht zwischen *tentaculata* und *Leachi* und läßt sich mit der von KORMOS (a. a. O. p. 57) von der Sárrét beschriebenen rezenten Form vergleichen.

Es fehlen demnach Mollusken, die auf ein eiszeitliches Alter der Tonmergel von Sbereszcze, bzw. auf ein unter dem Einfluß einer Vereisung stehendes Klima schließen lassen, völlig. Keine der bisher nachgewiesenen Arten widerspricht der Annahme eines interglazialen Alters. Die bisherigen Fossilfunde geben aber keine Handhabe, dieses genauer festzulegen."

Die zweite fossilführende Diluvialablagerung jenes Gebiets liegt einige Kilometer weiter nördlich bei dem Dorfe Kosziary, wenig südlich Wlodawa, und ist ebenfalls an einer Prallstelle des Bug, diesmal im östlichen Steilufer, gut aufgeschlossen. Es sind Bildungen eines langsam verlandeten Sees: Wiesenkalk, Faulschlammkalk, Lebertorf, diatomeenhaltiger Faulschlamm und unreine Diatomeenerde, Faulschlammtorf, Waldtorf und Moostorf, die z. T. in mehr als $2\frac{1}{2}$ m Mächtigkeit hier aufgeschlossen und von kreuzgeschichteten Diluvialsanden mit nordischem Material unterlagert und in Mächtigkeit von > 4 m überlagert werden. Das stellenweise stark verstürzte, z. T. vom Bug unterwaschene und in großen Schollen abgestürzte Profil ist auf etwa 200—250 m Erstreckung gut zu verfolgen. Der Torf verschwindet im Norden, dicht am Dorfe Kosziary, unter den Absturzmassen der hangenden Sande, geht nach Süden allmählich in Faulschlamm und Diatomeenerde, zum Schluß in Wiesenkalk über, und dieser keilt sich nach Süden und Westen allmählich aus in den Diluvialsanden, die weiterhin das ganze Bugufer bilden.

Auch hier stellten sich der genaueren Untersuchung allerlei Schwierigkeiten entgegen: Steilheit und Unzugänglichkeit des Steilufers, die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit, Mangel an Material zur geeigneten Verpackung der gesammelten Proben und meine mangelnde Erfahrung im sofortigen Bestimmen pflanzlicher Reste. Von dem gesammelten Material ist ein Teil leider auf dem Transport nach Deutschland verloren gegangen, der Rest aus Mangel an luftdicht schließenden Gefässen so eingetrocknet, daß eine botanische Untersuchung kaum noch etwas Brauchbares er-

[1] KORMOS, Geologische Vergangenheit und Gegenwart des Sárrétbeckens. p. 45

geben dürfte. Meine Beobachtungen und Bestimmungen an Ort und Stelle ergaben folgendes Resultat, wobei zu bemerken ist, daß ich etwa 5—6 einzelne klare Profilstücke genauer untersucht, die dazwischen liegenden, teils verstürzten, teils abgebrochenen oder sehr schwer zugänglichen Stellen nur flüchtiger und ungenau besichtigen konnte. Daß das Ganze eine einheitliche, geschlossene Ablagerung ist, war evident und zweifellos festzustellen.

Das äußerste Südweststück des Interglazials besteht aus einer etwa 50 m langen, 20—30 cm starken Schicht von recht reinem, leichtem Wiesenkalk, der in kreuzgeschichteten Diluvialsanden eingeschaltet liegt; dann folgt eine Erosionslücke im Profil von etwa 50 m, in der das Steilufer nach Norden aufbiegt; das nun folgende ununterbrochene, zunächst SN, dann SW, NO—O streichende Stück des Steilufers zeigt zunächst ebenfalls nur Wiesenkalk, zu oberst eine 30 cm starke Bank, z. T. reinen und sehr leichten, z. T. etwas tonigen Kalks, dann eine 12 cm starke Zwischenlage von kalkreichen feinen Sanden und dann als Liegendstes 40 cm leichten lockeren Faulschlammkalk, darunter kreuzgeschichtete Diluvialsande. Etwas weiter nach Norden ist die oberste Wiesenkalkbank noch unverändert, darunter folgt dann aber etwa 5 cm schwarzer Faulschlamm, 30 cm Faulschlammkalk (leicht und locker) und dann noch 30 cm Faulschlamm. Nach einer stark verstürzten Unterbrechung des Profils ist der Wiesenkalk verschwunden; zu oberst liegen hier unter den kreuzgeschichteten Sanden 20 cm typischer Lebertorf (die Proben sind ganz fest und hart zusammengetrocknet!). Darunter folgen dann etwa 70 cm sehr hellbrauner, ganz leichter (stark diatomeenhaltiger) Faulschlamm und zu unterst eine feste, schwarze, blätterig-bröckelige, kohlige, offenbar stark schwefeleisenhaltige Schicht von 10 cm Stärke, die wieder von den kreuzgeschichteten Sanden unterlagert wird. Nach einer weiteren, z. T. stark verstürzten Unterbrechung besteht das Profil aus etwa 90 cm hellbraunem, leichtem, diatomeenhaltigem Faulschlamm, unter dem eine > 30 cm starke Schicht reiner, weißer Diatomeenerde liegt; Unterkante und Liegendes sind verstürzt. Etwas weiter nach NO liegt zu oberst, unter den hier > 4 m mächtigen, kreuzgeschichteten, oben verdünten Diluvialsanden, eine dünne, schwarze, bröckelige, schwefel-eisenhaltige Schicht, darunter schwarzer, strukturloser Faulschlammtorf (40—50 cm), eine dünne Sandlage und nochmals etwa 1—1,20 m strukturloser, schwarzer Faulschlammtorf, der z. T. recht unrein ist, sowie diatomeenhaltiger Faulschlamm. Dann kommt wiederum eine stark verstürzte, über 2 m mächtige Partie des Interglazials, die im wesentlichen auch aus solch unreinem, unbestimmbarem Faulschlammtorf mit diatomeenhaltigen Schichten besteht.

Die nächste klare Stelle des Profils, da, wo das Steilufer scharf nach Osten abbiegt, besteht zu oberst (immer unter den

kreuzgeschichteten Sanden) aus einer 2—3 cm starken Schicht dünnen, stark gepreßten Moostorfs, darunter folgt 30 cm sehr blätteriger, dünnschichtiger Waldtorf mit zahlreichen Aststücken; darunter ein strukturloser, dunkler Faulschlamm mit dünnen Diatomeenschichten und wieder schwarzer, strukturloser „Torf“ bzw. Faulschlammtorf, z. T. schwarzbraun und schmierig, etwa 1,20 m im ganzen; darunter dann wieder die kreuzgeschichteten Sande. Kurze Zeit darauf ist das Profil wie abgeschnitten und ganz verstürzt; die hangenden Schichten senken sich augenscheinlich sehr schnell und sind stark eisenschüssig.

Aus dem Profil ist ohne weiteres ersichtlich, daß wir es hier mit der Ausfüllung eines mäßig tiefen und mäßig großen Sees zu tun haben, der allmählich verlandete und stellenweise mit Wiesenkalk und Diatomeenerde, z. T. mit Faulschlamm, Faulschlammtorfen und ähnlichen Ablagerungen erfüllt wurde, bis zum Schluß sich in der Mitte reiner Waldtorf und, nach völliger Ausfüllung des Beckens, darüber sich Moostorf (Hochmoor) bildete. Diese Seeausfüllung ist noch jetzt, nach der Zusammenpressung der Schichten durch reichlich 4 m mächtige Diluvialsande und einer darübergeschrittenen Vereisung, noch reichlich 2 m mächtig (an der Stelle der größten Mächtigkeit ist das Liegende nicht sichtbar!); es ist also eine Bildung, die sicher sehr lange Zeit zu ihrer Entstehung gebraucht hat und schon, nach dem üppigen Wuchern und Gedeihen der Diatomeen, in keinem ungünstigen Klima entstanden sein kann.

Daß es ein richtiges Interglazial ist, über das noch eine ganze Vereisung hinweggegangen ist, ergibt sich auch noch aus einer ganz analogen, einige Kilometer weiter nördlich, dicht bei Wlodawa gelegenen Torfbildung, die nicht nur von Diluvialsand, sondern von einer ganz einwandfreien Grundmoräne mit über zweifaustgroßen Geschieben überlagert wird. Daß die beiden hier zuerst beschriebenen Interglaziale auch von nordischen Diluvialsanden unterlagert sind, ist in den klaren Profilen einwandfrei festzustellen; gegen das interglaziale Alter dürften also begründete Bedenken nicht wohl zu erheben sein.

Besonders interessant ist noch, daß in dem Diluvium auf und neben diesen Interglazialen noch ein Geschiebeinhalt höchst merkwürdiger Zusammensetzung sich befindet. Wie an anderer Stelle [1] nachgewiesen und ausführlicher begründet ist, finden sich hier neben ganz vorwiegenden Aland- und Ostseegesteinen auch gar nicht selten Dalarnegesteine (Bredvadquarzporphyr, Grönklittporphyrit!). Von diesen Gesteinen sind die Alandquarzporphyre und Rapakiwis um reichlich 5 Längengrade, die Dalarnegesteine um mindestens 10 Längengrade von ihrem Heimatsort nach Osten abgelenkt; das

[1] C. Gagel und J. Korn, Der Geschiebeinhalt des wolhynischen Diluviums. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1918.

bedeutet also, von ihrem Ursprungsort gerechnet, eine Ostablenkung ihrer Transportrichtung von 30—35° aus der NS-Richtung, also eine ungemein stark radial gerichtete diluviale Zerstreuung. Dieses, im Verein mit den ganz greisenhaften Oberflächenformen des Gebiets und der sehr starken Verwitterung der Diluvialbildungen (Auflösung aller Kalkgeschiebe), deutet, neben anderen Gründen, darauf hin, daß das Diluvium über diesen Interglazialen zur vorletzten (Haupt-) Vereisung gehören dürfte.

Vorläufiger Bericht über die Fischfauna des böhmischen Obersilur und die Fossilienverteilung in den F_1-Schichten.

Von **J. Perner** in Prag.

Aus der obersilurischen Bande Ff_1 waren bis unlängst nur jene Fischreste bekannt, welche Barrande[1] unter dem Namen *Ctenacanthus bohemicus* anführt. O. Novák[2] hatte diese damals sehr seltenen Reste als Flossenstachel von *Machaeracanthus bohemicus* Barr. sp. abgebildet; und dies galt lange auch als das erste sichere Vorkommen von Fischen in der paläozoischen Schichtengruppe Böhmens, bis A. Fritsch[3] aus der Etage Ee_1 unter dem Namen *Onchus graptolitarum* unzweifelhafte Fischreste beschrieb, die er als Acanthodiden deutete, und denen noch eine neue, aus Ff_1 stammende Art, *O. siluricus* Fr., beigefügt war[4].

---

[1] Syst. silurien etc. 1. Suppl. p. 641; dieselbe Art beschreibt Barrande aus Bande Gg_1, jedoch die aus Ff_1 stammenden Stachel gehören sicher einer anderen Art, und wahrscheinlich einer anderen Gattung, worauf die abweichenden histologischen Details hinweisen. Außerdem hat Barrande (l. c. Pl. 30) ein unbestimmbares Fischfragment aus Ff_1 abgebildet.

[2] Zur Kenntnis der Fauna der Etage Ff_1 etc. Sitz.-Ber. k. böhm. Ges. d. Wiss. 1886. Taf. 1 Fig. 14.

[3] Miscellanea palaeontologica. I. 1907. p. 6. Taf. I 1—11; Taf. II 3.

[4] Aus der Bande Ee_2 sind mir zwar auch einige wenige Placodermen-Reste bekannt, jedoch dieselben lassen vorläufig eine annähernde Bestimmung nicht zu. — Die Zugehörigkeit der Ff_1-Schichten zum Obersilur kann heutzutage als allgemein anerkannt gelten. Gegenüber den früheren Ansichten, welchen zufolge Ff_1 zu dem sog. Hercyn (= Devon) gezählt wurde (Kayser, Holzapfel, Frech u. a.), brauche ich hier nur auf das Vorkommen von Graptolithen der *Colonus*-Gruppe (*Monograptus Kayseri* und *M. hercynicus*) und auf das Vorwiegen der echt silurischen Typen, resp. der mit E_2 gemeinsamen Formen, verbunden mit dem Fehlen der Goniatiten in f_1, hinzuweisen. Die zuerst von O. Novák ausgesprochene Annahme, F_1 sei eine Fazies von F_2, ist unhaltbar, wofür auch die geo-

Vor etwa 12 Jahren wurden die F f_1-Schichten bei Kosoř, in einem in das Radotíner Tal einmündenden Seitental, wo sie schon seit vielen Jahren ein gutes Pflastermaterial liefern, infolge eines extensiven Steinbruchbetriebs besser aufgeschlossen, und dabei wurden mehrere Fischreste (Panzerstücke) gefunden, welche größtenteils in die Sammlung des Herrn Postmeisters A. Schubert in Radotín gelangten. Von ihm habe ich die wertvollsten Stücke teils durch Schenkung, teils im Tauschwege für das Museum des Königreichs Böhmen in Prag erworben, wovon ein kleiner Teil unter provisorischen Bezeichnungen (*Psammosteus?*, *Lophosteus?*, *Thycstes?*, *Homostcus?*, *Holopetalichthys?* etc.) im Barrandeum ausgestellt wurde. Durch späteres eigenes Sammeln konnte der Hauptthorizont dieser Reste und dabei auch die Fossilienverteilung in den verschiedenen Abteilungen der f_1-Schichten ermittelt werden.

In den letzten 4 Jahren erfuhr dieses Material eine namhafte Bereicherung durch eine Reihe von Prachtstücken, welche Herr Fachlehrer J. Pecka in Kosoř, seinem früheren Wirkungsorte, gesammelt und dem Prager Museum teils geschenkt, teils zum Studium geliehen hatte; außerdem hatte Herr Finanzkommissär W. Kolář mehrere instruktive Stücke aus seiner Sammlung dem Museum überlassen. Auf diese Weise ist das Fischmaterial aus F_1 derart angewachsen, daß an seine wissenschaftliche Bearbeitung, als Grundlage für die Gattungsbestimmung, gedacht werden konnte.

Die vorläufige Sichtung und Präparation des Materials hat ergeben, daß in den F_1-Schichten eine reiche Fischfauna vorhanden ist, welche aus mehreren, z. T. neuen, zu verschiedenen Familien angehörenden Gattungen zusammengesetzt ist. Die generische Bestimmung mancher Stücke ist noch unsicher, da sie meist aus einzelnen, isolierten Elementen des Kopf- und Rumpfpanzers bestehen, deren Deutung z. T. zweifelhaft ist; denn nur in wenigen Fällen liegen 2—5 zueinandergehörige Panzerteile beisammen.

Soweit es die bisherigen Vorstudien zulassen, dürften in dem mir vorliegenden Materiale folgende Gattungen vertreten sein:

Ateleaspis, Aspidichthys, Cyathaspis, Dinichthys, Macropetalichthys, Mylostoma.

Außerdem sind noch manche Reste vorhanden, welche an die Gattungen *Selenosteus*, *Stenosteus* und *Pteraspis* erinnern und wahrscheinlich zu neuen Gattungen gehören.

Es ist auffallend, daß sich unter den oben erwähnten Gattungen keine der von Rohon aus dem Obersilur der Insel Ösel beschriebenen Gattungen befindet; die so charakteristischen Gat-

---

logischen Beobachtungen Seeman's über das Verhalten dieser Schichten im Berauner Gebiet einen genügenden Beweis bringen. Die Grenze zwischen Silur und Devon in Böhmen fällt mit der Grenze zwischen F_1 und F_2 zusammen.

tungen *Thyestes* und *Tremataspis* fehlen sicher in F_1. Dagegen scheint die böhmische Fischfauna nähere Beziehungen zu der aus dem englischen (resp. schottischen) und skandinavischen Silur beschriebenen Fischfauna *(Atelcaspis. Cyathaspis)* zu haben. Ferner ist bemerkenswert das Vorkommen von *Dinichthys*[1] und *Mylostoma*, die bisher nur aus dem Devon angeführt wurden und im böhmischen obersten Silur zum ersten Male auftreten. Dasselbe gilt von *Aspidichthys* und *Macropetalichthys*, deren Vertreter aber schon aus dem böhmischen Devon (F_2 und G_1) bekannt sind.

Das obige Verzeichnis beweist zur Genüge den ungewöhnlichen Reichtum der Fischfauna am Ende der Silurformation in Böhmen. Dabei ist noch zu bedenken, daß das Material größtenteils aus einem Fundorte und einer Schichte stammt. Die übrigen Fundorte der F_1-Schichten, selbst solche, wo die Fossilien zu keinen Seltenheiten gehören, haben bisher nur ganz vereinzelte Fischreste geliefert; freilich wurden sie in dieser Hinsicht nicht systematisch untersucht.

Was die Fossilien aus F_1 anbelangt, so war (abgesehen von kleineren Aufzählungen in den Arbeiten Barrande's, Krejčí's, Katzer's u. a.) O. Novák der erste, welcher ein größeres Verzeichnis der in F_1 vorkommenden Versteinerungen veröffentlicht hat, worin er 128 Arten anführt (l. c. p. 17). Želízko[2] hat diese Liste um 39 Arten vermehrt. In beiden vermissen wir aber die Daten über die vertikale Verbreitung jener Arten innerhalb der F_1-Schichten, die zu einer weiteren Gliederung der F_1-Stufe verwendbar wären. In dieser Hinsicht erscheint wohl ein Beitrag, den ich im nachstehenden Abschnitte bringe, wünschenswert, um so mehr als er den Hauptfundort der F_1-Fossilien betrifft und auch das Lager der oben erwähnten Fischreste anzeigt.

In dem Steinbruche, welcher sich auf der südwestlichen Seite der „Černá rokle“ (= schwarze Schlucht) bei Kosoř hinzieht und in welchem noch vor 6 Jahren auch die unteren Ff_1-Schichten entblößt waren, konnte man nachstehende Schichtenfolge wahrnehmen:

a) Zu unterst schwarze bis schwarzgraue, feinkörnige Kalksteinbänke, jede ca. 0,5 m mächtig, welche durch 0,3—0,5 m dicke Zwischenlagen von Ton- und Kalkschiefer voneinander geschieden waren. Die gesamte Mächtigkeit konnte man auf wenigstens 7 m veranschlagen. Hier lag die Fundstätte der meisten Fischreste (Panzerstücke); andere Fossilien sind hier eine seltene Erscheinung. In den oberen, etwas dünneren Kalkstein-

[1] Abgesehen von den von Barrande als *Asterolepis bohemica* beschriebenen Resten, welche von v. Koenen zu *Anomalichthys* gestellt wurden, ist aus dem böhmischen Devon (G_1) eine echte *Dinichthys* von Eastman beschrieben worden. Bull. Mus. Compar. Zoology. Harv. Coll. 31. 2.

[2] Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1898. No. 9, 10.

bänken dieser Abteilung kamen hie und da Flossenstachel von *Machaeracanthus* vor.

b) Kalksteinbänke, meist 5—12 cm dick, mit dünnen, schieferigen, z. T. bituminösen Zwischenlagen wechsellagernd; Mächtigkeit ca. 10 m. Diese Kalksteinbänke bilden den Gegenstand eines regen Steinbruchbetriebes, indem sie ein dichtes bis feinkörniges, zu Pflasterzwecken vorzüglich geeignetes Material liefern, welches sich leicht zu Würfeln bearbeiten läßt (= sog. Mosaikstein). Die unteren Bänke sind ziemlich arm an Fossilien (Phyllocariden und Gigantostrakenreste kommen hier vor), dagegen die mittleren und namentlich die oberen Bänke (und Zwischenlagen) sind stellenweise sehr fossilreich. Die Mehrzahl der aus F_1 zitierten Arten kommt hier vor; besonders sind zu erwähnen:

Orthoceras bifrons Barr.
— *Davidsoni* Barr.
— *dulce* Barr.
— *fidum* Barr.
— *originale* Barr.
— *pseudocalamiteum* Barr.
— *styloideum* Barr.
— *subannulare* Münst.
Cyrtoceras adornatum Barr.
— *inexpectatum* Barr.
— *junceum* Barr.
Hercynella bohemica Barr. sp.
— *nobilis* Barr. sp.
Hercynella paraturgescens Barr. sp.
— *radians* Barr. sp.
Rotellomphalus tardus Barr. sp.
Strophostylus gregarius Barr. sp. var. *proëva* Barr.
Stylonema solvens Per.
Dalila obtusa Barr.
— *resecta* Barr.
Lunulicardium analogum Barr.
— *evolvens* Barr.
Panenka amoena Barr.
— *grata* Barr.

c) Kalk- und Tonschiefer, mit dünnen bituminösen Kalksteinlagen wechsellagernd. In den untersten Lagen Graptolithen (*Monograptus Kayseri* und *M. hercynicus* Per.), welche nur auf dieses Niveau beschränkt zu sein scheinen; in den mittleren Lagen sehr häufig *Spirifer inchoans* Barr., eine für F_1 sehr bezeichnende Art, die auch an allen übrigen Fundorten ziemlich häufig vorkommt und hier mitunter die Oberfläche einzelner Kalkplatten allein bedeckt. Außerdem sind aus diesen Schichten zu erwähnen als gewöhnliche Erscheinungen:

Spirifer Nerei Barr.
Atrypa canaliculata Barr.
Pentamerus Janus Barr.
— *linguifer* Sow.
Cyrtia trapezoidalis His.
Avicula migrans Barr.
— *pusilla* Barr.
Conocardium aptychoides Barr.

In den oberen Kalkschiefern, besonders in den obersten Lagen, kommen noch Trilobiten hinzu; die häufigsten Typen sind:

Bronteus umbellifer Beyr.
Cheirurus (Crataloccphalus) gibbus Beyr.
— — *Sternbergi* Boeck
Harpes microporus Nov.
Phacops miser Barr.
Proetus lepidus Barr.

(In anderen Horizonten der F_1-Stufe kommen die Trilobiten entweder gar nicht oder sehr selten vor!) Außerdem sind aus den schieferigen Lagen dieser Abteilung viele Scherenstücke und Körpersegmente von Gigantostraken bekannt[1].

Die eben geschilderte Dreiteilung der F_1-Stufe und ihre entsprechende Fossilführung läßt sich auch an einigen anderen Fundorten konstatieren; jedoch es sind dabei Abweichungen vorhanden, welche nur z. T. mit dem verschiedenen petrographischen Habitus zusammenhängen scheinen und eine spezielle Untersuchung erheischen.

Zum Schluß erlaube ich mir in Anbetracht des Umstandes, daß sich möglicherweise in den Sammlungen der fremden Institute Fischreste aus den F f_1-Schichten befinden, welche die Bearbeitung dieser Fauna fördern könnten, an die P. T. Fachgenossen die höfliche Bitte zu richten, mir darüber Nachricht zu geben.

[1] Die an der Oberfläche der letzteren entwickelte, halbmondförmige, an Fischschuppen erinnernde Skulptur gab Anlaß zu der unter den Sammlern eingebürgerten falschen Tradition, daß in diesem Horizont Fische vorkommen. Wirkliche Fischreste wurden bisher nur in der untersten Abteilung der F_1-Stufe gefunden, wo die Steinbrüche selten oder nur vorübergehend angelegt wurden; daraus erklärt sich, daß Fischreste aus F_1 bis unlängst zu höchst seltenen Versteinerungen gehörten.

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. Bd. II, 12. Abteilung. 1917.

Das vorliegende Schlußheft des zweiten Bandes dieses inhalt- und umfangreichen Werkes behandelt die Mineralien: Babingtonit — Anorthit — Barsowit — Skapolithgruppe — Sarkolith — Kakoklas — Didymolith — Guarinit — Hydroxylhaltige Calciumaluminiumorthosilikate — Sprödglimmer — Margarit — Brandisit — Clintonit — Seyberthit — Xanthophyllit — Lawsonit — Hibschit — Milarit — Bavenit — Calciumborosilikate — Howlith — Bakerit — Datolith und Danburit. Den Schluß bildet ein ausführliches Autoren- und Sachregister. Alle Mineralien, mit Ausnahme des einen Bavenit, hat C. Doelter bearbeitet. Trotz aller durch die Zeitverhältnisse bedingten Schwierigkeiten sind die Lieferungen bis jetzt in verhältnismäßig kurzer Aufeinanderfolge erschienen, und so ist zu hoffen, daß dieses große Werk bald vollständig vorliegen wird.

R. Brauns.

Paul Wagner: Lehrbuch der Geologie und Mineralogie für Höhere Schulen. Große Ausgabe für Realgymnasien und Oberrealschulen sowie zum Selbstunterricht. Mit 322 Abbild. u. 4 Tafeln. 220 p. 6. Aufl. Teubner 1917. Preis 3 ℳ.

Die für das vorliegende Lehrbuch maßgebenden methodischen Gesichtspunkte sind vom Verf. in seinen „Leitsätzen zur Reform des mineralogisch-geologischen Unterrichts“ (Zeitschr. f. d. mathem. u. naturw. Unterricht. 38. Jahrg. 3. Heft) ausführlicher begründet worden. Ich entnehme diesen für den Unterricht in Kristallographie und Mineralogie die folgenden Sätze: „Systematische Kristallographie ist an Realgymnasien und Oberrealschulen nur so weit mathematisch zu begründen, als es zum Verständnis der Naumann-schen Formeln für die einfachsten holoedrischen und hemiedrischen Grundformen und die leichtesten Kombinationen nötig ist. An Gymnasien und Realschulen muß auf eine systematische Kristallographie ganz verzichtet werden.“ — „Die Mineraloptik ist, soweit sie sich auf Wellenlehre und Polarisation stützen muß, durchaus wegzulassen.“ — „Da viele wichtige Vorgänge innerhalb der Gesteinsrinde nur mit Hilfe chemischer Kenntnisse erklärt werden können, müssen Chemie und Mineralogie (einschließlich Gesteinskunde) mindestens auf gleicher Stufe dargeboten werden.“ — „Die Zahl der zu beschreibenden Mineralien ist lediglich auf diejenigen zu beschränken, die für den Aufbau der Erdrinde oder für den Menschen von hervorragender Bedeutung sind.“ — „Auf eine streng systematische Anordnung der Mineralien ist kein Wert zu legen.“

Verf. wirkt an einer sächsischen höheren Lehranstalt, die Anforderungen in Sachsen, wie in den meisten süddeutschen Staaten, sehen einen umfangreicheren Unterricht in Mineralogie vor als die in Preußen, wo ein solcher nur in Verbindung mit Chemie in äußerster Beschränkung betrieben wird. Dies ist bei Beurteilung des reichen Inhaltes des Buches zu beachten. Es gehört zweifellos zu den besten und methodisch am geschicktesten durchgeführten seiner Art und geht über den Bedarf der Schulen sicher hinaus, dafür wird es manchem Schüler auch nach der Schulzeit ein gern gesehener Begleiter sein. Die Fragen, die nach jedem Abschnitt als Aufgaben gestellt werden, sind nicht immer leicht zu beantworten, die Aufgabe, die physikalische Symmetrie eines Bergkristalls nach einer photographischen Abbildung einer Rauchquarzgruppe zu untersuchen, an der keine Anhaltspunkte wahrzunehmen sind, wird auch ein geübter Fachmann nicht lösen können. Die Herleitung der Miller'schen Indizes könnte einfacher gehalten sein; benutzt werden vorzugsweise die Weiss'schen Parameterverhältnisse, die zweifellos den Vorzug der größten Anschaulichkeit besitzen.

Beim Durchgehen des Werkes hat man die Freude, zu hoffen, daß es noch Schulen gibt, an denen Mineralogie mit Geologie in

solcher Ausführlichkeit getrieben wird, und möchte wünschen, daß dies in allen Staaten Deutschlands in gleichem Maße geschähe — ein frommer Wunsch. Die Schüler aber mögen sich freuen, daß ihnen ein solches Werk in die Hand gegeben wird. R. Brauns.

F. M. Jaeger: Lectures of the Principle of Symmetry and its applications in all natural sciences. Mit 170 Abbild. 333 p. Verlag „Elsevier“. Amsterdam 1917.

Das vorliegende Buch ist aus Vorlesungen hervorgegangen, die JAEGER im Jahr 1916—17 an der Universität Groningen gehalten hat, nachdem er das Material dazu schon jahrelang vorher gesammelt und in Vorträgen verarbeitet hatte.

Wie schon der Titel besagt, erstrecken sich die Betrachtungen auf die Symmetrie der Formen in allen Gebieten der Naturwissenschaft, der Biologie wie der Kristallographie, wenn auch naturgemäß der letzteren weitaus der größte Raum gewidmet ist. Wir finden zur Erläuterung der Symmetrie auf dem Gebiete der Botanik und Zoologie Abbildungen von Blüten und Früchten und von Querschnitten durch solche; von Radiolarien, Korallen und Seesternen, und diese untermischt mit Abbildungen von Kristallformen, beides in den ersten Kapiteln, mit Hinweis auf die ästhetische Bedeutung der Symmetrie. Alle Symmetrieelemente werden hier ausführlich behandelt und durch Abbildungen erläutert. Am Schluß dieses Abschnitts wird die wichtigste Literatur über das bis dahin behandelte Gebiet mitgeteilt, von HESSEL an bis auf die neueste Zeit.

Weiterhin wird das HAÜY'sche Gesetz behandelt und GADOLIN's Abhandlung über die Herleitung aller kristallographischen Systeme aus einem einzigen Prinzip, sodann die Theorien der Kristallstruktur von SOHNCKE, SCHOENFLIES, BARLOW-POPE und die von so großer Wichtigkeit gewordenen Untersuchungen über die Beugung der Röntgenstrahlen in Kristallen von LAUE, BRAGG, DEBYE und anderen.

Das hierauf folgende Kapitel behandelt die Zwillingsverwachsungen, besonders die polysynthetischen und zyklischen, die optischen Anomalien und die Theorie MALLARD's.

Die beiden folgenden letzten und recht umfangreichen Kapitel sind dem PASTEUR'schen Gesetz gewidmet, den Beziehungen zwischen chemischer Konstitution racemischer Verbindungen, ihren physikalischen Eigenschaften und ihrer Kristallform. Die bahnbrechenden Forscher in diesem wichtigen Gebiete, L. PASTEUR, J. H. VAN'T HOFF und J. A. LE BEL, werden hier im Bilde vorgeführt, die Theorien ausführlich behandelt.

Die knappe Inhaltsangabe läßt den reichen Inhalt dieses Werkes nur ahnen. Durch seine Vielseitigkeit, umfassende Behandlung der Probleme, Berücksichtigung der älteren wie der

neuesten Forschungen, die Form der möglichst allgemein verständlich gehaltenen Darstellung und den Umfang steht es einzig da in der gesamten Literatur, und jeder Naturforscher, der Biologe wie der Mineraloge, der Physiker wie der Chemiker, wird reiche Belehrung und Anregung darin finden. R. Brauns.

Miscellanea.

Das Schicksal des Meteoreisens von Obernkirchen

nach einem Briefe von Wöhler an Gustav Rose

mitgeteilt von **R. Brauns.**

Nach dem Tode der Witwe Gerhard vom Rath's hatte ich deren seitdem auch verstorbene Schwester, Fräulein Bouvier, gebeten, dem mineralogischen Institut alles zu überweisen, was etwa noch von dem wissenschaftlichen Nachlaß vom Rath's vorhanden sei. In entgegenkommendster Weise wurde meine Bitte erfüllt, ich bekam allein eine kleine Wagenladung von Manuskripten, darunter viele von Gustav Rose, dem Vater von Rath's erster Frau, solche von Rath selbst, vor allem aber tausende Briefe der Fachgenossen an Gerhard vom Rath, darunter vollständig den beiderseitigen Briefwechsel zwischen Hessenberg und Rath. Wer von der kommenden Generation einmal eine Geschichte der Mineralogie in der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts schreiben will, wird hier viel Material finden, bis dahin ruhen die Briefe im Archiv des mineralogischen Instituts. Es wäre recht erwünscht, wenn dafür gesorgt würde, daß auch sonst derartige wertvolle Nachlaßteile vor dem Untergang bewahrt blieben.

Unter den Manuskripten fand ich ein Päckchen mit Notizen über Meteorite von der Hand von Chr. S. Weiss und Gustav Rose und hierunter einen Brief von Wöhler an Rose, der mir doch der Veröffentlichung wert scheint und den ich hier mitteile. Er lautet:

Göttingen 22. Oct. 1863

Lieber Gustav

In meinem Vorzimmer habe ich einen Block von einem neu aufgefundenen Meteoreisen von fast 82 Pfund stehen. Es ist echtes himmlisches Eisen. Zwei auf entgegengesetzten Seiten angeschliffene und geätzte kleine Stellen zeigen die schönsten Figuren, am ähnlichsten denen des Eisens von Elnbogen. Der Block wurde in einer Sandschicht 10 Fuß tief in einem Sandsteinbruch bei Obernkirchen gefunden. Er ist offenbar schon vor langer Zeit gefallen.

denn die Oberfläche ist ziemlich stark oxydirt. Er kam, ich weiß nicht wie, nach Oldenburg, wo ihn ein Quidam zum Verkauf in Commission erhielt. Als ich davon hörte, ließ ich ihn, gegen eine bedeutende Caution, zur Ansicht und vorläufigen Beschreibung hierher schicken. Leider sind die Leute mit dem Werth solcher Massen bekannt und geben vor, daß ihnen für diese bereits 500 R. geboten seien. So viel können wir hier für so etwas nicht verausgaben. Andrerseits ist es aber doch höchst wünschenswerth, daß diese in Deutschland gefundene Masse auch in Deutschland bleibe. Ich nahm mir daher sogleich vor, an Dich und an Haidinger zunächst zu schreiben und Euch vorzuschlagen, sie zu kaufen, sobald man genau den Preis kennt, der gefordert wird, was ich in Kurzem zu erfahren hoffe, und dieser nicht zu unsinnig ist. Meine Meinung ist nämlich, daß Du oder Haidinger sie dann in 4—6 größere und eine Anzahl kleinere Stücke zerschneiden lässet und von diesen dann so viel verkauft, als Euch nothwendig dünkt, um nicht so viel Geld auszugeben, als die Summe für die ganze Masse beträgt. Freilich wäre es wünschenswerth, daß sie ganz bliebe, da sie ein ganzes Individuum ist. (Nur oben an dem schmalen Ende hat man ein kleines Stückchen abgeschnitten, von dem ich etwa die Hälfte zugeschickt bekam. Das ganze Eisen hat ungefähr die Form einer 4seitigen Pyramide [folgt eine Skizze ähnlich der in den Göttinger Nachr. 1863, p. 365].)

Andrerseits kann man nicht wissen, was für merkwürdige Dinge man beim Zerschneiden im Innern findet. Ich schrieb also zuerst an Haidinger in der Vermuthung, das Wiener Kabinet werde noch am ersten eine so große Ausgabe machen können, und weniger wahrscheinlich das Berliner, da dieses erst kürzlich 700 R. für Meteoriten ausgegeben hat. So eben erhalte ich nun Haidinger's Antwort. Er meint, weder er noch Hörnes könnten es wagen bezüglich des Ankaufs irgendwo einen wirklichen Antrag zu stellen und sagt, ich solle mich nicht abhalten lassen, Dich von der Sache in Kenntnis zu setzen, wie ich ihm geschrieben hatte, daß ich thun werde.

Ich habe heute die Masse von 2 Seiten zeichnen lassen, dasselbe geschieht noch mit der geätzten Fläche (etwa so groß [folgt eine Umrißskizze; naturgetreu ist die Abbildung l. c. p. 366]) und lasse die Zeichnungen in Holz schneiden, um sie in der kleinen Mittheilung, die ich der Societät davon machen werde, in den Nachrichten abdrucken zu lassen.

So steht die Sache. Überlege sie Dir. Es wäre gar zu wünschenswerth, daß die ganze Masse in Deine Hände gelangte und Du sie in Berlin zerschneiden lassen könntest. Du könntest dann auch später eine genauere Beschreibung davon geben.

Antworte mir so bald wie möglich. Lässest Du Dich nicht darauf ein, so bleibt mir nichts übrig, als Maskelyne eine Mit-

theilung davon zu machen, und es ist dann wohl nicht zu zweifeln, daß die Masse für das Britische Museum gekauft wird.

Dein

Wöhler.

Von der Hand Rose's ist hierzu bemerkt:

beantwortet d. 24 Oct. 1863

1. Vorschlag, das Eisen Krantz zu schicken.
2. Ein Modell machen zu lassen.
3. Maskelyne nichts zu sagen.

Die Befürchtung Wöhler's ist leider in Erfüllung gegangen, das Eisen ist nach England an das Britische Museum gelangt, für Deutschland verloren gegangen, weil der Betrag von 500 Taler dafür nicht aufzubringen war. Der Vorstand des Hof-Naturalienkabinetts in Wien war zu jener Zeit Hörnes, der die Mittel vorzugsweise auf die paläontologische Abteilung verwendete, Haidinger konnte nur seinen Rat geben, hatte aber kein Verfügungsrecht. Warum Rose den Vorschlag Wöhler's nicht befolgt hat, ist nicht weiter bekannt. Einer Abhandlung von Haidinger (Sitzungsber. d. k. Akad. 49., Sitzung vom 21. I. 1864) entnehme ich, daß Maskelyne um diese Zeit besonders erfolgreich tätig war und die Meteoritensammlung des Britischen Museums von 75 Fallorten im Jahre 1859 auf 219 bis zu Ende des Jahres 1863 gebracht hatte.

Das Britische Museum besitzt von diesem Eisen nach Wülfing's Liste sowie nach dem Katalog von 1904 35,366 g, Göttingen 139 g, Dresden 26 g, Marburg 8 g, Wien nur 19 g. Berlin hat erst im Jahre 1903/04 69 g durch Kauf von V. H. Gregory in London erworben.

Obernkirchen gehörte zum ehemaligen Kurfürstentum Hessen[1]. In dessen Gebiet ist bei Treysa am 3. April 1916 ein detonierendes

---

[1] Die Fallortsangabe ist nur bei E. Cohen, Meteoritenkunde. III. p. 363 richtig: „Bückeberg, unweit Obernkirchen, Hessen-Nassau, Preußen", bei allen andern ungenau. Bei Wülfing: Obernkirchen (Bückeberg), Oldenburg: bei Brezina (1895) Bückeberg bei Obernkirchen, Schaumburg, Oldenburg, Preußen; ebenso bei Berwerth. Wöhler gibt als Fundstelle an: „In einem Sandsteinbruch auf dem Bückeberge bei Obernkirchen (Schaumburg)", und dies ist richtig. Obernkirchen liegt an den westlichen Abhängen des Bückeberges und gehört mit diesem zur Grafschaft Schaumburg des ehemaligen Kurfürstentums Hessen, aber nicht zum Fürstentum Schaumburg-Lippe, dessen Grenze nahe vorbei verläuft; Oldenburg hat sich offenbar dadurch in die Angaben verirrt, daß das Eisen zunächst an das Museum in Oldenburg gelangt war in die Hände des Herrn Wiepken, Vorsteher des Museums in Oldenburg. Wenn wir mit Berwerth Obernkirchen als Schlagwort wählen, wäre die Fallortsbezeichnung: „Obernkirchen, Bückeberg bei O., Kreis Rinteln, Prov. Hessen-Nassau, Preußen, Deutschland."

Meteor niedergegangen und auf Grund sorgfältiger Bestimmungen durch A. WEGENER der Fallort so eng umgrenzt worden, daß der Meteorit, ein 63,28 kg schweres prächtiges Eisen, gefunden wurde. Als Eigentum der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften in Marburg, die für den Fund mit Erfolg eine Belohnung ausgesetzt hatte, befindet sich das Eisen zurzeit unter Obhut von Herrn Geheimrat RICHARZ im Physikalischen Institut der Universität. Über den Fund habe ich für das Jahrbuch berichtet, die weitere Untersuchung steht noch aus, man wird auf deren Ergebnis gespannt sein dürfen. Diese beiden Meteoreisen sind, soweit ich feststellen kann, die einzigen, die aus dem Gebiete der Provinz Hessen-Nassau bekannt geworden sind.

Personalia.

Gestorben: **Rudolf Fuess**, der um die Konstruktion kristallographischer Instrumente hochverdiente Inhaber mechanischer und optischer Werkstätten in Berlin-Steglitz, am 21. Nov. 1917 im Alter von 79 Jahren.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Petrographie der Äolischen Inseln[1].

Von **Alfred Bergeat** in Königsberg.

1. Trümmer der Tiefengesteinsfazies: hypersthen- und hornblendeführender Gabbro auf Alicudi, Olivinmonzonit auf Filicudi, Glimmerhornblendesyenit von Lipari.

Alicudi, die westlichste der Äolischen Inseln, ist ein 666 m hoher Kegel; aus der Ferne betrachtet möchte er für einen Vulkan gehalten werden. In Wirklichkeit aber besteht er aus den Resten zweier Vulkane, eines älteren basaltischen Urkegels und eines jüngeren, im wesentlichen aus andesitischen Laven zusammengesetzten Vulkans. Die Ostseite des basaltischen Stratovulkanes ist zur Tiefe gebrochen und über dem Bruchfeld entstand, ähnlich wie am Stromboli über dem Bruchfeld der Sciarra, ein neuer, andesitischer Berg, dessen gegen die Abtragung widerstandsfähigere Laven heute auch den obersten Teil der Vulkanruine bilden. Vom Gipfel her durchschneiden wilde Schluchten den westlichen Absturz der Insel; über einen ganz schmalen, von Blöcken bedeckten Strand brandet das Meer gegen die Agglomerat- und Lavabänke und die sie durchquerenden Gänge.

In den teilweise von großer Höhe herabgestürzten Blöcken finden sich allerlei Einschlüsse, darunter ziemlich häufig solche eines mittelkörnigen hypersthen- und hornblendeführenden Gabbros. Es sind scharf mit ebenen Bruchflächen umgrenzte, in Hornblendepyroxenandesit eingebettete Brocken eines in der Tiefe zertrümmerten Gesteines. Die mineralogische Verwandtschaft beider Gesteine, des Einschlusses und der Lava, beweist die geologischen Beziehungen zwischen beiden als Tiefen- und Ergußform desselben Magmas.

[1] Vergl. A. Bergeat, Die Äolischen Inseln. Abh. math.-phys. Kl. Bayer. Ak. d. Wissensch. 20. 1. 1899; — Mineralogische Mitteilungen über den Stromboli. N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. II. 109—123; — Der Cordieritandesit von Lipari, seine andalusitführenden Einschlüsse und die genetischen Beziehungen zwischen dem Andalusit, Sillimanit, Biotit, Cordierit, Orthoklas und Spinell in den letzteren. Ebenda. Beil.-Bd. XXX. 1910. 575—627.

Im wesentlichen besteht der Gabbro aus Anorthit; dieser bietet im Mikroskop breite Querschnitte mit reichlich entwickelten Lamellen nach dem Albitgesetz, die Viellinge sind oft zu Karlsbader Zwillingen verwachsen, untergeordneter sind Lamellen nach dem Periklingesetz. Schlackeneinschlüsse treten an der Grenze gegen den Andesit und dort auf, wo auf feinen Rissen die Andesitschmelze in den Anorthit Zugang gefunden hat. Im übrigen ist dieser so gut wie fast ganz frei von Einschlüssen. Sehr kleine Hohlräume mit unbeweglichen Bläschen könnten als Flüssigkeitseinschlüsse gedeutet werden. Wenig auffallend ist der Unterschied zwischen der Auslöschungsschiefe des Kerns und der Rinde der Querschnitte. Die Änderung ist eine kontinuierliche, anders als in dem Feldspat des einschließenden Andesits, der einen ausgesprochenen Zonenbau mit Wiederkehr der Mischungen aufweist.

Pyroxen und braune Hornblende (𝔞 gelb, 𝔟 hellbraun, 𝔠 braun) erscheinen zusammen mit gelegentlichen Apatitkörnern und schwarzem Eisenerz von der Gestaltung des Titaneisenerzes in der Form eckiger und buchtiger Einklemmungen im Anorthitaggregat. Der Pyroxen ist teils grüner Diopsid (𝔞 grün gegen gelbgrün, 𝔟 gelbgrün, 𝔠 grün gegen blaugrün, Absorptionsunterschied fast unmerklich); teils ist er durch seinen Pleochroismus (𝔞 und 𝔟 rötlichgelb, 𝔠 grün) und seine geringere Doppelbrechung in den stets gerade auslöschenden Schnitten als Hypersthen bestimmbar.

Die braune Hornblende ist zum großen Teil unter dem Einfluß eindringender Andesitschmelze in bekannter Weise zu Pyroxen und Magnetit umgewandelt, die entstandenen Körnchenhaufen sind mit Plagioklasmasse durchwachsen.

Während in dem soeben besprochenen Gabbro Orthoklas nicht vorhanden ist, bildet er einen ziemlich reichlichen Bestandteil in einem anderen, hauptsächlich aus basischem Plagioklas und Pyroxen bestehenden Gestein, das ich als Auswürfliug auf Filicudi gefunden habe. Diese Insel besteht im wesentlichen aus der Ruine eines aus Feldspatbasaltlaven und -Agglomeraten aufgebauten Stratovulkans, der 773 m hohen Fossa Felci, und drei andesitischen Kuppen, dem Terrione mit Pyroxenandesit, der Montagnola und dem Capo Graziano, beide mit Hornblendeglimmerandesit[1]. Der in Rede stehende Auswürfling stammt aus auffälligen hellen Tuffen am Ostabhang der Fossa, zwischen der Kirche S. Stefano und dem Gipfel, etwas unterhalb des letzteren gegen die Riperosse zu.

Das Stück besteht vor dem freien Auge aus überwiegendem feinkörnigem Feldspat und aus Pyroxen, der in teilweise bis zu 6 mm messenden achteckigen und rechteckigen Querschnitten hervortritt und dem Gestein einen porphyrischen Charakter verleiht; außerdem sieht man Olivin und ein wenig Glimmer. Das Mikroskop

[1] Vergl. A. Bergeat, N. Jahrb. f. Min. etc. Festband 1907. 319—321.

zeigt neben vorwaltendem Plagioklas auch Orthoklas und sehr selten Quarz; wesentliche Bestandteile sind ferner Pyroxen, Olivin und Biotit; ziemlich reichlich ist Titaneisenerz, auch wohl Magnetit vorhanden, Apatit ist spärlich.

Der Plagioklas ist ein Bytownit mit Neigung zur Idiomorphie, dicktafelig nach M und mit ausgesprochenem zonaren Bau: die sauersten Zonen dürften einem Andesin-Labrador entsprechen. In negativen Kristallen enthält er Mikrolithen von Erz und einem grünlichen, stark lichtbrechenden Mineral, das wohl Pyroxen sein dürfte. Ob neben diesen auch farbloses Glas vorhanden ist, läßt sich nicht bestimmt sagen. Wo ich Schlackeneinschlüsse zu erkennen glaubte, war es nicht ausgeschlossen, daß sie erst infolge späterer Erhitzung entstanden waren. Im übrigen treten die Einschlüsse immerhin gegen ihre Verbreitung in den Feldspäten der Andesite und Basalte zurück.

Orthoklas ist zwar weniger reichlich vorhanden als Plagioklas, bildet aber immerhin einen wesentlichen Gemengteil; er fällt leicht durch seine geringe Lichtbrechung und den Mangel an Lamellen auf. Als ganz junge Ausscheidung erscheint er zwischen den idiomorphen Plagioklaskristallen und zeigt dabei gelegentlich breite Querschnitte oder füllt in optisch einheitlichen Feldern die zwischen jenen entstehenden Räume. Er ist so gut wie einschlußfrei. Neben ihm ist Quarz ganz spärlich vorhanden. An einem der rissigen Körner war die positive, einachsige Interferenzfigur zu erhalten. Ganz selten sind auch mikropegmatitische Verwachsungen beider Mineralien zu sehen.

Die Probe auf Nephelin hatte ein negatives Ergebnis.

Der sehr reichliche, dem Pyroxen an Menge nahekommende frische Olivin ist weingelb ohne merklichen Pleochroismus; an den gerundeten Körnern ist noch die frühere Flächenumgrenzung angedeutet. Er umschließt Titaneisenerz und eine Menge braunvioletter kamm- oder federförmiger, auch in der Form stilisierter Blumen erscheinender mikrolithischer Skelette, die ich gleichfalls für Titaneisenerz halte. Das schwarze Erz umhüllt auch gern den Olivin, wie wenn es durch Schmelzung des letzteren aus ihm frei geworden wäre; es bildet dabei gern pulverig erscheinende Körnchenhaufen.

Der Pyroxen und der gegen ihn sehr zurücktretende, in unregelmäßig umgrenzten Lappen auftretende, stark pleochroitische braune Glimmer ($\mathfrak{a}$ bräunlichgelb, $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ braun, $\mathfrak{b} > \mathfrak{c}$) sind gleichalterig und oft so innig miteinander verwachsen, daß der letztere im Schliff als Einschluß des ersteren erscheint. Der Pyroxen zeigt nur unvollkommene Andeutungen von Endflächen; dagegen sind ziemlich scharfumgrenzte achteckige Querschnitte nicht eben selten. Er ist von zweierlei Art. Die größeren, gedrungenen Individuen sind Diopsid ($\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ bräunlichgrün, $\mathfrak{c}$ graugrün, Absorptions-

unterschied unmerklich; die Auslöschungsschiefe $\mathfrak{c}_1 : c$ steigt in den Schnitten bis zu 45°). Die Peripherie der Querschnitte zeigt öfters eine merklich tiefere Färbung als der Kern, ohne daß eine auffallende Veränderung von $\gamma_1 - \alpha_1$ damit verbunden wäre. Dagegen war in einem Schnitte $\mathfrak{c}_1 : c$ im helleren Teil $21\frac{1}{2}°$, im dunkleren 23°. Mehr schlank prismatisch entwickelte Pyroxene sind wegen ihrer optischen Eigenschaften als Hypersthen zu deuten ($\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ rötlichgelb, $\mathfrak{c}$ grün). Hornblenden oder Hinweise auf ihre frühere Anwesenheit sind in den vier untersuchten Schliffen nicht gefunden worden. Pyroxen, Glimmer und Eisenerz umlagern gern in gesetzloser Weise den Olivin und bilden mit ihm oder ohne ihn Haufwerke. Mit dem Plagioklas tritt der Pyroxen nicht selten in ophitische Verwachsung.

Apatit, teilweise in durchstäubten Prismen, ist verhältnismäßig spärlich. Neben dem reichlichen Titaneisenerz scheint, nach der Form der Querschnitte zu schließen, zumal als Einschluß im Pyroxen, auch Magnetit vorzukommen. Titanit ist nicht vorhanden.

Es ist nicht daran zu zweifeln, daß dieser Auswürfling, ebenso wie der vorher besprochene Gabbro, aus dem Magma der äolischen Vulkangruppe hervorgegangen ist. Da das Stück bei aller sonstigen Frische mit Eisenhydroxyd durchtränkt ist, was jedenfalls mit einer ehemaligen Bedeckung von Tufflöß zusammenhängt, so kann eine Analyse nicht in Betracht kommen. Sehr auffallend ist sein erheblicher Orthoklasgehalt, merkwürdig der allerdings sehr spärliche primäre Quarzgehalt. Seiner Struktur nach könnte es sehr wohl ein Essexit sein, doch widerspricht dem der ausgesprochene Diopsid-Charakter des Augits und die Anwesenheit von Quarz und von rhombischem Pyroxen. Ich bezeichne das Gestein als einen Olivin-Monzonit.

Ob derartige Bruchstücke in den hellen Auswürflingen in größerer Menge vorkommen, kann ich heute nicht mehr sagen und finde im Tagebuch nur diese letzteren besonders erwähnt; bei der Besteigung der Fossa habe ich meinen Weg über die lichtgefärbte Stelle genommen, wo jene Auswürflinge lagern, und als Probe davon diesen Monzonit mitgenommen. Vermutlich findet sich also dort noch mehr davon. Das Gestein ist nicht ohne Bedeutung. Auf den Liparen herrschen neben Feldspatbasalten typische Andesite vor, später ist es dann zu einer massenhaften Förderung von Liparit auf Lipari und Vulcano gekommen. Um dieselbe spätere Zeit fanden zunächst an dem andesitischen Urkegel des Stromboli, noch vor der Tätigkeit des jetzigen Sciarravulkanes, Ergüsse von Leucitbasanit statt, dasselbe Gestein bildet auch den kleinen jugendlichen Vulcanello-Vulkan auf Vulcano. Ferner scheint es, als ob der jetzigen Obsidianförderung des Vulcano der Erguß von Trachydoleriten vorausgegangen sei; die sehr merkwürdigen petrographischen Verhältnisse des südlichen Lipari und des Nordteils von Vulcano

harren im übrigen noch der kritischen chemischen Durcharbeitung. Das Vorkommen eines stark orthoklashaltigen Monzonits auf einer der westlichen Liparen ist bemerkenswert und fällt aus dem Rahmen der dort bisher bekannten Gesteine. Vielleicht gelingt es, die Stelle zu finden, wo die hellen Tuffe ausgeworfen wurden; der Fossa selbst entstammen sie nicht, aber vielleicht hat sich in der merkwürdigen Talnische der Valle di Chiesa hinter dem Terrione, die mich immer an eine exzentrische Caldera erinnerte, einmal ein Ausbruch ereignet, dessen Ort jetzt unkenntlich geworden ist und von dem nur noch jene hellen Auswürflinge erhalten geblieben sind.

Beiläufig erwähne ich noch einen Fund von quarzführendem Glimmerhornblendesyenit aus den Agglomeraten des Monte Sant Angelo auf Lipari, den ich schon früher kurz beschrieben habe [1]. Ich halte es für möglich, daß auch dieses Bruchstück ein dem äolischen Vulkanherd zugehöriges Tiefengestein ist.

2. Enallogene Einschlüsse: Tridymitbildung in Quarzit; Quarz-Wollastonit-Diopsidgestein.

Die basaltischen Strandblöcke an der Westküste von Alicudi zeigten nicht selten Einschlüsse von Quarz; meistens ist er ziemlich derbkristallin, mitunter gleicht er einem feinkörnigen Quarzit. Einmal handelte es sich um ein Bruchstück eines prismatischen Kristalls mit beiderseitiger Pyramide, etwa vom Habitus der Warburger Quarze. Ich will vorausschicken, daß die mikroskopische Untersuchung keine Aufklärung über die eigentliche Natur und Entstehung dieser Quarze ergab. Sie scheinen mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse enthalten zu haben; bewegliche Libellen konnte ich in den, der hohen Hitze des Basaltes ausgesetzten Stücken nicht mehr auffinden. Soweit die Einschlüsse feinkörniger sind, habe ich sie früher für Sedimente gehalten, ich konnte aber seither keine Anzeichen dafür finden, daß sie jemals aus Sandkörnern bestanden haben, und glaube jetzt vielmehr, daß ihr jetziges feinkörniges Gefüge als eine Vergrießung durch Hitze zu deuten ist.

Von den beiden untersuchten Proben ist die eine ein zentimetergroßer, durch Abschmelzung ellipsoidisch gewordener Einschluß von reinem, vielfach geborstenem und auf den Berstrissen von Glas durchädertem Quarz. Er ist in der bekannten Weise von Pyroxenstäbchen umhüllt. Die Splitter zeigen eine leichte Korrosion; zu einer deutlichen Entglasung ist es dort gekommen, wo im Durchschnitt mehrerer Risse etwas größere Glaspartien auftreten. Man bemerkt dann im Glas Tridymitaggregate. Weit ausgiebiger ist die Tridymitbildung in dem anderen Präparat, das von einem sandsteinähnlichen Einschluß hergestellt ist; in Wirklichkeit handelt es sich um Quarzsplitter, die durch eine fast farblose,

[1] A. Bergeat, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXX. 1910. 618.

mehr oder weniger entglaste Schmelze verkittet sind. Die größten Splitter sind ungefähr 1 mm, die kleinsten kaum 0,02 mm groß: die Schmelze überwiegt den Quarz etwas an Menge und erscheint zwischen den Splittern in breiteren Flächen, dringt aber auch in feinsten Strömen in deren Risse ein. Stellenweise sind solche Adern ein jüngerer Nachschub und durchsetzen Splitter und Schmelze in größeren Teilen des Dünnschliffs mit ziemlich gleichbleibender Richtung. Abgesehen von feinen Poren, deren Inhalt nicht bestimmbar ist, beobachtet man im Quarz nicht selten als Einschluß winzige grünliche Körnchen und deutliche kurzprismatische, schiefauslöschende Kriställchen von hoher Licht- und ziemlich bedeutender Doppelbrechung. Außerdem umschließt er gleichfalls unbestimmbare farblose Körnchen eines Minerals, das etwas stärker lichtbrechend und doppelbrechend ist als er. Für geschmolzene Einschlüsse möchte ich die ziemlich häufigen schwarzen oder braunen Kügelchen halten, die mitunter mit stark licht- und doppelbrechenden grünlichen mikrolithischen Körnchen verwachsen sind. Merkwürdig sind völlig geradlinige Stäbchen oder seltener schnurförmig gebogene Gebilde von unmeßbarer Dicke. Sie sind braun, manchmal an einem Ende kugelig verdickt, so daß ihre Form an Thermometerröhren erinnert; hie und da lösen sie sich in Porenreihen auf. Ihre Einlagerung im Quarz scheint eine gesetzmäßige zu sein; in verschiedenen Schnitten konnte beobachtet werden, daß sie in der Schwingungsebene des außerordentlichen Strahles liegen, in einem anderen, der den zentralen Austritt der optischen Achse zeigte, bildeten sie ein dreifaches System, in welchem die Durchschnittswinkel zu $29\frac{1}{2}$, 30 und $30\frac{1}{2}^{0}$ gemessen wurden. Einmal lagen die Stäbchen parallel zur Auslöschung und senkrecht dazu. Ich halte es für möglich, daß es sich auch hier um ursprünglich kristalline, jetzt geschmolzene Einschlüsse handelt.

Die Quarzsplitter sind buchtig angeschmolzen und ihre Oberfläche ist deutlich zerfressen. Die Schmelze ist größtenteils zu Tridymit erstarrt; neben ihm findet sich noch Pyroxen und verschwindende Mengen von Plagioklas; Glas ist noch vorhanden. Die die Quarzsplitter verkittende Masse ist sehr reich an Gasbläschen und kleinen Schlackeneinschlüssen, die beide bei schwacher Vergrößerung den Eindruck einer schmutzigen Durchstäubung erwecken. Im übrigen erscheint sie auch bei Abblendung des durchfallenden Lichtes fast einheitlich und farblos. Sie besteht offenbar fast ganz ausschließlich aus Tridymit. Er ist erkennbar an seiner sehr schwachen Licht- und Doppelbrechung und bildet leistenförmige, insbesondere aber auch keilförmige Querschnitte von Zwillingen und schief kreuzförmigen Durchwachsungen. Die Umgrenzung der Individuen ist nicht scharf; der wolkige Wechsel in der Höhe der Interferenzfarbe weist auf eine ungleichmäßige Dicke der Täfelchen. Zwischen den verschieden gerichteten Querschnitten klaffen mit-

unter leere, manchmal auch mit braun durchstäubtem Glas erfüllte Räume; dadurch wird das Gefüge fachwerkähnlich.

Der hellgrüne Pyroxen ($\mathfrak{c}_1 : c$ bis 43^0) bildet bis zu 0,5 mm große, meistenteils aber mikrolithische Körner, selten flächenumgrenzte Individuen; niemals tritt er als Umrandung des Quarzes auf. Daß er sich gleichwohl mindestens zum größten Teil erst innerhalb des Quarziteinschlusses gebildet hat, ergibt sich aus der im Verhältnis zur durchschnittlichen Weite der Risse beträchtlichen Größe der Körner und aus der Art, wie ihre Formen und die ihrer Aggregate sich der Gestalt der Ansiedelungsräume anpassen. Plagioklas ist äußerst spärlich vorhanden; ich beobachtete in einem der beiden untersuchten Schliffe etwa ein halbes Dutzend höchstens 0,05 mm großer Körner. Sie sind stärker lichtbrechend als der Quarz und gehören auch nach ihrer Auslöschungsschiefe einer kalkreichen Mischung an.

Der Tridymit ist zweifellos nicht durch eine einfache Umlagerung aus Quarz, sondern aus einer SiO_2-Schmelze entstanden. Er ist aber nicht das Entglasungsprodukt reinen Quarzglases; dies geht daraus hervor, daß der Quarz, trotz der sehr langen Einwirkung der Basalthitze, noch nicht in Cristobalit umgewandelt ist, was bei etwa 1000^0 geschehen sein müßte, während er erst bei 1450^0 in den amorphen Zustand übergeht. Vielmehr besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Auflösung des Quarzes und der Bildung von Berstrissen, auf denen wie ein Lösungsmittel die basaltische Schmelze eingedrungen ist. Daß es in der Tat diese letztere war, ergibt die Untersuchung des zuerst kurz beschriebenen grobkörnigen Einschlusses von reinem Quarz, der zweifellos niemals ein Sandstein war und kein Bindemittel enthalten hat, dessen Schmelzung die Schmelzung des Quarzes veranlaßt haben könnte. Auch in diesem Quarz finden sich in den zahllosen, vielfach kaum 0,01 mm breiten Äderchen neben dem Tridymit auch stark lichtbrechende, pyroxenähnliche Körnchen, die sicherlich nur vermöge Stoffeinwanderung aus dem Basalt entstanden sind.

Die Menge der in den Quarzit eingewanderten Basaltschmelze, der die Auflösung des Quarzes zuzuschreiben ist, scheint gegenüber der schließlichen Menge der mit Kieselsäure angereicherten Schmelze ziemlich gering gewesen zu sein. Denn die letztere hat in der Hauptsache Tridymit ergeben und auch der Pyroxen mag teilweise auf Kosten des Quarzes entstanden sein; Plagioklas fehlt dagegen so gut wie ganz — er müßte denn noch im Glas enthalten sein. Der große Porenreichtum der erstarrten Schmelze beweist, daß es auch an Gasen nicht gefehlt hat, welche die Tridymitbildung gefördert haben mögen.

Gleichfalls am Weststrand von Alicudi fand ich ein Bruchstück eines Einschlusses von braungrüner Farbe und strahligem Aussehen; ich habe es früher für ein Hornblendegestein gehalten. Über seine

ursprüngliche Natur läßt sich schwerlich etwas aussagen. Unter dem Mikroskop besteht es in der Hauptsache aus Wollastonit, monoklinem Pyroxen und Quarz, dazu kommt noch Kalkcarbonat als Zersetzungsprodukt des Wollastonits, ein vielleicht für Titanit zu haltendes Mineral und basischer Plagioklas.

Wollastonit, Pyroxen und Quarz sind ungleichmäßig im Schliff verteilt, an besonderen Stellen angereichert. Ein Aggregat von Quarzkörnern könnte vielleicht, der Form des Querschnitts zufolge, aus einem über 1 mm langen Kristall hervorgegangen sein; im übrigen erscheint der Quarz vorzugsweise in der Art eines feinkörnigen Quarzits. Auf zahlreichen Rissen ist in ihn Glasmasse eingedrungen; grüne Körnchen, scheinbar von Pyroxen, haben sich daraus ausgeschieden. Niemals aber ist die starke Anätzung der Splitter zu bemerken wie in dem vorherbeschriebenen Einschluß und auch Tridymit ist nicht zu bemerken. Der Quarz ist reich an Poren und umschließt selbst stark licht- und doppelbrechende grünliche Körnchen. Ein gebliches Mineral vom Verhalten des Titanits bildet im Gestein vereinzelte oder häufiger in Klümpchen oder Streifen vereinigte Körnchen. Der an Gas- und Glaseinschlüssen reiche Plagioklas entspricht einer An-reichen Mischung. Er dringt in feinen Adern in das Gestein ein und durchtränkt es in der Weise, daß er mit dem Wollastonit gleichalterig erscheint. In ausgeprägter Kontaktstruktur nach Art der Hornfelse treten stellenweise auch Quarz und Wollastonit zusammen. Der letztere ist mitunter ganz erfüllt von Gasporen.

Die in neuerer Zeit durch Bartoli und Platania am Ätna, durch Perret am Kilauea vorgenommenen Messungen ergaben für die ausfließenden basaltischen Laven nur um weniges von 1000° abweichende Temperaturen. Die Bildung von Wollastonit, die nur unterhalb 1180° statthaben konnte, und das Fortbestehen des Quarzes in den Einschlüssen, lassen den Schluß zu, daß auch in der Tiefe unter Alicudi das Basaltmagma nicht wesentlich heißer gewesen ist.

3. Zur weiteren Kenntnis des Mineralvorkommens auf Strombolicchio.

Der Strombolicchio ist eine dem Stromboli vorgelagerte hohe Basaltklippe, deren Gipfel vor Jahren gesprengt wurde, um einen Leuchtturm zu errichten. In den Sprengstücken fanden sich in Drusen als pneumatolytische Ansiedelungen folgende Mineralien: Hornblende, Hypersthen, monokliner Pyroxen, Biotit, Feldspat, Magnetit, Zirkon und Tridymit. Ich habe sie früher schon beschrieben [1]; es sind z. T. ausgezeichnete Kristalle, aber leider so winzig klein, daß eine goniometrische Untersuchung fast ausgeschlossen ist. Auf

[1] A. Bergeat, Der Stromboli. Habilitationsschrift 1897. — Äolische Inseln. p. 49—51.

Grund einer nochmaligen mikroskopischen Durchsicht kann ich der früher gegebenen Schilderung einiges hinzufügen.

Der Feldspat wurde nach SCHROEDER VAN DER KOLK als Orthoklas bestimmt.

Der Biotit ist 2. Art, Meroxen; zwei Individuen sind nach dem bekannten Gesetz zu einem Zwilling verwachsen. Mikroskopische Messungen an einem 0,8 mm großen Täfelchen wiesen auf folgende Flächen: c (001), b (010), r (101), z (131) und auf die Hemipyramide o oder m. 2E etwa 25°, $v > \varrho$.

Die in der Art des „Szaboits" nach (010) tafelförmigen Hypersthene sind häufig von Magnetitkriställchen bedeckt. Soweit die winzigen Verhältnisse erkennen lassen, sind die letzteren, die gleichfalls tafelförmig ausgebildet sind, mit dem Hypersthen in der Weise gesetzmäßig verwachsen, daß (111) des Magnetits parallel (010) des Hypersthens und eine Oktaederkante parallel der c-Achse ist.

(Eingegangen: 16. August 1918.)

Mesozoische Conulariiden.

Von **Kurt Osswald.**

Mit 4 Textfiguren.

Mehrfache Funde triadischer Conularien haben gezeigt, daß diese seltsame Tiergruppe im unteren Zechstein nur scheinbar erlischt und mit einigen Ausläufern doch noch ins Mesozoicum hereinreicht. Der Fund einer Conularien-Kolonie im nordalpinen Rhät war die Veranlassung zu nachstehender Zusammenfassung und Kritik aller bisher aus dem Mesozoicum erwähnten sicheren und zweifelhaften Conulariiden.

1. *Conularia Stromeri* n. sp.

In einem dunklen, weichen, sehr feinsandigen Kalk der oberen Kössener Mergel — die an dieser Stelle noch von fast 100 m Ober-Rhätkalk überlagert werden — fand sich in einem nur 5 : 4 : 2 cm großen Gesteinsstück eine Kolonie von 5 Conularien, von denen ein Exemplar fast ganz, zwei andere nur z. T. entblößt waren (ein Herauspräparieren gelang nicht, das Material ist zu zerbrechlich und die Schalenstücke haften fest am Gestein), von zwei weiteren sind nur geringe Spuren vorhanden. Die 5 Schalen konvergieren mit ihren schmalen Enden (Fig. 1) und waren wohl in ähnlicher Weise radial auf gemeinsamem Substrat mittels Haftscheiben festgewachsen, wie dies eine Abbildung in der Conularien-Monographie I. SLATER's zeigt (Lit. 14, Pl. II Fig. 1).

Die erhaltene Länge des besten Exemplars („I“ in Fig. 1) beträgt 44 mm, die Breite unten bei Rippe 10, ca. 3,5 mm oberhalb der unteren Grenze, 3 mm, oben bei Rippe 62, ca. 39 mm oberhalb der unteren Grenze, 7 mm. Beide Male ist nur die Seitenfläche mit Ausschluß der eckständigen Längsrinnen gemessen. Die pyramidenförmige Zuspitzung der schlanken Schale erfolgt nicht ganz gleichmäßig, sondern mit einem leichten Knick, unten etwas rascher als oben, ein Verhalten, das auch bei vielen paläozoischen Arten zu beobachten ist, z. B. *Conularia pulchella* Holm (Lit. 9, Taf. IV Fig. 6 u. 7). Leider ist weder das obere Schalenende, die Mündung, noch das untere, die Anwachsstelle, erhalten, so daß sich über die ursprüngliche longitudinale Begrenzung des Exemplars nichts Genaues feststellen läßt.

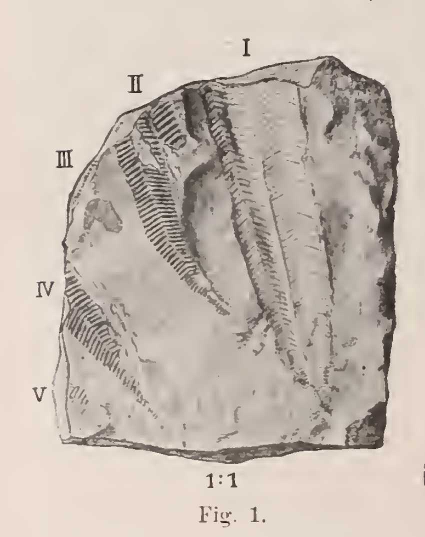


Fig. 1.

An zwei Exemplaren (II u. IV) ist der Schalenkörper platt zusammengedrückt, so daß je zwei Seitenflächen mit den Innenseiten ohne Zwischenraum aufeinander zu liegen kommen. Bei der Einbettung der Tiere gelangte von dem Einbettungsmaterial nichts ins Innere der Schalen. Von irgendwelchen festen erhaltungsfähigen Bestandteilen des eigentlichen Tierkörpers ist nichts zu bemerken.

Die Schale. Nur an diesen beiden Stücken hat sich die Schale ganz erhalten, vom größten Exemplar (I) ist nur der Abdruck zweier Seitenflächen mit geringen Schalenresten vorhanden. Die Dicke dieser Schalen wechselt mit der Skulptur, ihre dicksten Teile messen 0,3 mm, ihre dünnsten etwa 0,1 mm. Im Querschnitt lassen sich drei Zonen unterscheiden (Fig. 2): außen liegt eine gleichmäßige, 0,04 mm dicke, durchscheinende chitinöse Schicht von brauner Färbung (*a*), sie verleiht der Schale ein glänzendes, chitinartiges Aussehen. Darunter liegt eine heller gefärbte, trübe Schicht von wechselnder Dicke (*b*), meist in mehreren Lagen, anscheinend aus Prismen bestehend, die senkrecht zur Oberfläche struiert sind (phosphorsaurer Kalk). Nach innen wird diese Schicht von der gleichen chitinösen Lage begleitet (*c*) wie an der Außenseite,

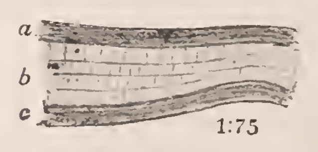


Fig. 2.

die Innenseite ist jedoch rauh, nicht glänzend. Es ist bemerkenswert, daß die Schale bei der Einbettung vielfach verbogen und wie Papier zerknittert, aber nur an wenigen Stellen wirklich zerbrochen ist (und dies vielleicht erst nachträglich durch Gebirgsdruck). Dieselbe Beobachtung läßt sich auch bei den meisten paläozoischen Conularien machen; mitunter ist sogar die Schale als Ganzes wie ein Horn gebogen, ohne zu brechen, z. B. *C. Hollebeni* GEIN. (Lit. 6, Taf. XI Fig. 1—6).

Die Skulptur ist in der Außenseite der Schale und in deren Abdruck, stellenweise auch im Abdruck der Innenseite, meist gut erhalten. Die vier gleichgroßen Seitenflächen sind durch eine 0,8—1 mm breite und 0,6—0,8 mm tiefe Längsrinne voneinander getrennt, im Negativ zeigt diese sonst glatte Rinne eine flach zopfartige Wellung, ähnlich dem Kiel eines *Amaltheus margaritatus*, die mit den seitlich an die Längsrinne anstoßenden Quer-



Fig. 3.

rippen in keinem Zusammenhang steht. Diese schrägen, leicht S-förmig gekrümmten Querleisten (Rippen, transversal ribs) bilden in der Mitte der Seitenfläche einen Winkel von 140° miteinander. Die Mittellinie ist durch einen flachen, stumpfen Kiel (Fig. 3) markiert, doch stoßen nicht überall die Rippen der rechten und der linken Hälfte genau aufeinander, es wechseln vielmehr, da die Rippenzwischenräume auf den beiden Hälften einer Seitenfläche ungleich sind, Lagen alternierender mit Lagen zusammentreffender Rippen ab. So zeigt das Exemplar I rechts 64, links 63 (oder 62) Rippen auf eine Länge von 41 mm. Dieses lagenweise Alternieren, das sich mit auffallender Gleichmäßigkeit weit ins Paläozoicum zurückverfolgen läßt (*Conularia laevigata* MORRIS [Lit. 15, Taf. I Fig. 1d], *C. quadrisulcata* SOW. [Lit. 14, Pl. III Fig. 2—6], *C. orthoceratophila* ROEM. [Lit. 9, Taf. IV Fig. 12, 14, 15]), findet nicht nur in der Mittellinie statt, sondern in ganz ähnlicher Weise auch an den Längsrinnen beim Zusammentreffen der Rippen zweier verschiedener Seitenflächen. Die Rippenabstände sind unregelmäßig; von 10 zu 10 Rippen gemessen — am Rand,

nicht in der Mittellinie — ergeben sich rechts von unten an folgende Maße: 3,4 — 5 — 6,8 — 6,7 — 8,3 — 7,5 mm.

Die Rippen selbst sind mit 16 — in den unteren Partien weniger — ziemlich spitzen Tuberkeln besetzt, die an ihrer Basis in der Longitudinalrichtung etwas ausgezogen sind (Fig. 3). Die Entfernung der Rippenkämme schwankt, abgesehen von den untersten Schalenpartien, zwischen 0,5 und 0,8 mm, wovon $\frac{1}{3}$ auf die Rippenbreite, $\frac{2}{3}$ auf das konkave Feld zwischen den Rippen kommen. Die Höhendifferenz zwischen dem konkaven Feld und den Tuberkelspitzen beträgt 0,3—0,4 mm. Auf diesen Feldern befinden sich seltsame, rasch wechselnde Reliefs, und zwar auf die äußere Hälfte jedes Feldes beschränkt und in den unteren Partien der Schale schärfer skulptiert als oben. Wie Fig. 3 und 4 zeigt, bestehen sie aus zahn- und pfeilerartigen Verbindungsstücken zwischen den Rippen, mitunter auch haifischzahnartig und von oben und unten ineinandergreifend. Durch ganz schwache erhabene Streifung, ungefähr parallel zu den Rippenkämmen, ist eine allerdings nur bei starker Vergrößerung bemerkbare Gitterung angedeutet. Die Zeichnungen der beiden Hälften ein und derselben Seitenfläche sind nicht kongruent.

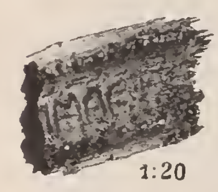


Fig. 4

Die *Conularia Stromeri* gehört, wenn wir der Subgenusfixierung Holm's folgen (Lit. 9, p. 128 u. 154) zum Subgenus „*Moniliferae*" („schräge Rippen mit Tuberkeln, außerhalb derselben feine Longitudinalrippen; oder Tuberkeln allein, in transversalen Reihen angeordnet"). Fundort: Kössener Mergel am Wallberghaus, südlich Tegernsee.

2. *Conularia triadica* Bittn.

Die einzige früher bekannte triadische Conularie war die von Bittner 1890 in einem dem Hallstätter äquivalenten hellen Kalk der oberen alpinen Trias an der Hohen Wand (Wiener Neustadt) gefundene *C. triadica* Bittn. Bittner gibt (Lit. 3) eine eingehende Beschreibung des Stücks, zwei Seitenansichten und einen Querschnitt. Leider konnte ich das Originalexemplar nicht einsehen, es war in der Sammlung der K. und K. Reichsanstalt in Wien nicht auffindbar. Die Abbildung zeigt eine Verschiedenheit von *C. Stromeri* n. sp. in der Verjüngung: von 5,5 auf 3,5 mm (*C. Stromeri* von 7 auf 3 mm auf dieselbe Länge), und im Winkel der Rippen einer Seitenfläche: 149—150° (*C. Stromeri*: 140°). Die Rippen sind durchweg gerade, auch scheint ein Mittelkiel ganz zu fehlen.

Da das Exemplar nur im Steinkern vorliegt, kann man selbstverständlich nicht erwarten, die subtile Struktur der zwischen den Rippen liegenden Felder anzutreffen, es fehlen daher diese Ver-

gleichselemente. Da Tuberkeln nicht erwähnt werden, gehört die Conularie wohl zum Subgenus *„Cancellatae“* Holm („gegittertes Ornament mit gröberen Querrippen, einen stumpfen Winkel bildend, und feineren und tieferen Longitudinalrippen, welche erstere verbinden“).

3. *Conularia* sp. ind. Dien.

Aus dem oberen Muschelkalk von Kashmir beschreibt neuerdings Diener eine Conularie. Wenngleich die beigegebene Abbildung (Lit. 4) durchaus kein überzeugendes Bild einer *Conularia* gibt, so läßt doch die Beschreibung kaum eine andere Deutung zu. Der betreffende Abschnitt (Lit. 4, p. 79/80) lautet wörtlich: „The genus *Conularia* is not typical represented in the Himalayan collection from Kashmir. An impression of elongated, pyramidal shape, with a deeply furrowed angle indicated between two lateral faces can, however, be referred to it with great probability. The shell was provided with a quadrangular cross section, broadly pyramidal and tapering very rapidly. Transverse ridges sharp, not granulate, distant from another little less then 1 mm. Median groove on she lateral face scarcely defined, not interrupting the transverse ridges. Locality: *Ptychites* layer, E. of Guryul ravine, Khunmu, hor. 7.“ Hiernach scheint die Spezies dem Subgenus *„Cancellatae“* Holm anzugehören, die Abbildung gibt darüber keinen näheren Aufschluß. Die auffallend plumpe Pyramide hat Analoga bei paläozoischen Formen, z. B. *C. Linnarssoni* Holm (Lit. 14, Pl. I Fig. 5) und *C. bilineata* Lindstr. (Lit. 9, Taf. VI Fig. 38) aus dem Silur; das ungebrochene Durchsetzen der fast geraden Rippen ebenfalls: *C. crassa* Slat. (Lit. 14, Taf. IV Fig. 4 a) und *C. ölandica* Holm (Lit. 9, Taf. IV Fig. 34—36). Wir dürfen darnach das Fossil mit genügender Sicherheit als eine Conulariide ansprechen.

4. *Conularia cancellata* Arg.

In allen Lehrbüchern erwähnt, aber nie abgebildet oder auch nur einigermaßen eingehend beschrieben, ist die sog. *Conularia cancellata* Arg. aus dem Lias γ von Milhau (Aveyron, Frankreich). Alles, was wir über dieses etwas mysteriöse Fossil wissen, ist folgender Abschnitt in einer brieflichen Mitteilung von M. Argéliez (Lit. 1, p. 187): „On trouve dans la partie inférieur du Lias moyen, section γ de M. Quenstedt, une nouvelle espèce de *Conularia*, encore inédite, que je me propose de décrire sous le nom de *C. cancellata*, à cause du croisement des côtes ou nervures qui ornent sa surface et en forment le caractère distinctif le plus apparent. Cette espèce de *Conularia* est un nouvel anneau qui relie les espèces des terrains paléozoïques à celle de l'étage toarcien de M. d'Orbigny, et elle est une nouvelle preuve de la persistance des caractères stratigraphiques positifs si bien formulée

par cet auteur, et qui fait que, lorsqu'un genre commence à se montrer, il se trouve ordinairement dans tous les étages intermédiaires, jusqu'à ce qu'il disparaisse entièrement. Malheureusement je ne possède qu'un seul individu de l'espèce en question et je tiens à ne pas m'en dessaisir.“ Diese vorläufige Beschreibung bietet keinen Beweis für die tatsächliche Zugehörigkeit des Fossils zu den Conulariiden, noch weniger läßt sie eine Subgenus- oder Speziesbestimmung zu. Für die Speziesbezeichnung „*cancellata*“ hat jedoch SANDBERGER das Recht der Priorität, der 1847, also 9 Jahre vor ARGÉLIEZ, eine Spezies „*cancellata*“ aufgestellt hat, mit der ARGÉLIEZ seine Form kaum identifiziert haben dürfte. Es erscheint deshalb notwendig, die Berechtigung dieses Namens bei ARGÉLIEZ anzuzweifeln. — Ferner deutet das völlige Ausbleiben einer Beschreibung und Abbildung des wichtigen Fossils darauf hin, daß entweder die Bestimmung als Conulariide sich später als ein Irrtum erwiesen hat, oder daß das Exemplar in einer unbekannten Privatsammlung untergetaucht ist. In den Katalogen öffentlicher Sammlungen ist diese *Conularia* nicht aufgenommen, und schon 1887 setzt P. FISCHER, ein genauer Kenner der französischen Konchylien, hinter die Nennung der „*C. cancellata* ARG.“ ein Fragezeichen. Wir müssen, ehe nicht das fragliche Stück aufgefunden und einwandfrei beschrieben ist, die Existenz liassischer Conularien vorläufig als unerwiesen betrachten.

5. *Conularia quadrisulcata* Sow.

Das gleiche gilt von der bei ARGÉLIEZ zitierten *Conularia quadrisulcata* Sow., die D'ORBIGNY aus dem Toarcien von Yorkshire erwähnt. BARRANDE's Nachforschungen haben ergeben, daß das Exemplar nirgends in den britischen Katalogen zu finden ist und die Nennung dieser Form wohl auf einem Irrtum D'ORBIGNY's beruht (Lit. 2, p. 5, „1850“).

6. *Conularia* sp. SCHAFH.

SCHAFHÄUTL beschreibt (Lit. 12, p. 136) „eine Form, welche wohl jeder für eine *Conularia* halten würde. Sie hat die Zeichnung von *Mytilus divaricatus* D'ORB., also Querrunzeln, die in der Mitte gebrochen, sich zu einer Spitze in die Höhe ziehen, so daß eine Art Querschuppen entsteht — dabei die äußerst dünne Schale aller Conularien.“ Das SCHAFHÄUTL'sche Original befindet sich in der Münchner Staatssammlung und wurde von mir untersucht. Die Runzelung (Rippen) ist auf der einen Seite ziemlich gewellt und kreuzweise übereinandergreifend, die andere Seite bietet ein völlig anderes Bild: ganz unregelmäßige Querrunzeln, von langen parallelen Streifen durchzogen. Das Stück ist eine *Modiola Schafhäutli* STUR (var. *strigillata* DITTM.?) und stammt aus den Kössener Mergeln des Lahnwiesengrabens.

7. *Conularia* sp. und *Hyolithes* Häberle.

Erwähnt sei hier noch ein Fund, den Häberle in der unteren Trias von Predazzo machte (Lit. 7, p. 518/19, Taf. VI Fig. 33 u. 35): Schalenreste, die er als *Conularia* (?) sp. und *Hyolithes* (?) sp. bestimmte. Später (Lit. 8) wurde diese Determinierung von ihm selbst widerrufen und die Fossilien den Cirripediern beigezählt (Lepadidae: *Scalpellum* (?) sp.), eine Bestimmung, die entschieden mehr für sich hat.

Zusammenfassung.

Als sichere mesozoische Conularien können nach vorhergehendem nur drei Formen gelten:

1. *Conularia* sp. ind. Dien. aus dem oberen Muschelkalk von Kashmir.
2. *C. triadica* Bittn. aus den oberen Hallstätter Kalken.
3. *C. Stromeri* n. sp. aus dem nordalpinen Rhät (Kössener).

Alle drei Formen stammen also aus der oberen Hälfte der Trias, und zwar aus dem Bereich der Thetis. Sie lehnen sich in Umriß und Skulptur eng an paläozoische Formen an, besonders *C. triadica* und *Stromeri,* z. B. an *C. Lindströmi* Barr. (Untersilur), *C. cancellata* Sandb. (Untersilur—Permocarbon), *C. irregularis* de Kon. (Permocarbon), *C. Holllebeni* Gein. (Perm) u. a. m.

Bemerkenswert ist die auch hier zutage tretende große Konstanz der Formen bei den Conulariiden vom Untersilur bis in die obere Trias.

Literatur.

1. Argéliez, Briefliche Mitteilung im Bulletin de la Société Géologique de France. XIII. 1856. p. 186.
2. Barrande, Système Silurien du Centre de la Bohême. Vol. III. (Ptéropodes.) Prag—Paris 1867.
3. Bittner, Eine triadische Conularie. Verh. d. K. u. K. Reichsanstalt. Wien 1893. No. 6.
4. Diener, Triassic Fauna of Kashmir. Palaeontologia Indica. Vol. V. Mem. No. 1. Calcutta 1913.
5. Fischer, Manuel de Conchyologie. Paris 1887.
6. Geinitz, Die animalischen Überreste der Dyas. Leipzig 1861.
7. Häberle, Paläontologische Untersuchungen triadischer Gastropoden aus dem Gebiet von Predazzo. Verh. d. Naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. Bd. IX. Heft 2/3. 1908.
8. — Cirripedier (?) aus der alpinen Trias. Monatsber. d. D. Geol. Ges. Bd. 62. No. 1. 1910.
9. Holm, Sveriges Kambrisk-Siluriska Hyolithidae och Conulariidae. Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C. No. 112. Stockholm 1893.

10. Neumayr, Zur Kenntnis der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. Abh. d. K. u. K. Geol. Reichsanst. Wien 1874.
11. Range, Geologie des deutschen Namalandes. K. Preuß. Geol. Landesanstalt. Berlin 1912.
12. Schafhäutl, Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirgs. München 1851.
13. Schröder, Marine Fossilien in Verbindung mit permischem Glazialkonglomerat in Deutsch-Südwest-Afrika. Jahrb. d. K. Preuß. Geol. Landesanst. Bd. XXIX. Teil I. Heft 3. Berlin 1908.
14. Slater, Ida L., A Monograph of British Conulariae. Palaeontographical Society. London 1907.
15. Waagen, Note on some Palaeozoic Fossils recently collected by Dr. H. Warth in the Olive group of the Saltrange. Records of the Geol. Surv. of India. Vol. XIX. Calcutta 1886.
16. Walcott, Description of new forms of Upper Cambrian fossils. Proceedings of the U. S. Nat. Mus. Vol. XIII. (1890.) Washington 1891.

Über die Erhaltung der Färbung bei fossilen Molluskenschalen.

Von **Paul Oppenheim.**

Es ist immer ein gutes Symptom, wenn die Wissenschaft anfängt, sich wieder mit Fragen zu beschäftigen, welche sie zu anderen Zeiten als bekannt oder nebensächlich voraussetzte. Es tritt dies gewöhnlich dann ein, wenn die Hochflut der Spekulation zerflossen ist und man sich bemüht, wieder festen Boden unter den Füßen zu erreichen. So wird es vielleicht manchem von uns häufiger ergangen sein, daß er, vielleicht etwas ermüdet von der Last der tektonischen Probleme oder der Deszendenz- und Anpassungsfragen, mit denen die höhere Geologie und die höhere Paläontologie heute vorzugsweise arbeiten, sich an seine Sammlung begab und froh war, bei der Durchmusterung seiner Gesteins- und Fossilfolgen wieder Festes und Greifbares, der Theorie und ihren proteusartigen, dem festen Griffe sich stets wieder entziehenden Wandelungen Entrücktes in der Hand zu haben; in der gleichen Lage war, so möchte ich fast glauben, unlängst auch Deecke, und da wurden ihm, vielleicht bei der Betrachtung ähnlicher Vorkommnisse, Erinnerungen aus der Jugendzeit aus dem Unterbewußtsein heraus zum lebendigen Eindrucke, die Erinnerungen an seinen erst vor kurzem dahingegangenen Lehrer E. W. Benecke und an eine Schachtel mit *Terebratula vulgaris*, aus dem Muschelkalke der Heidelberger Gegend, mit deutlich erkennbaren Farbstreifen. Diese Erinnerung hat ihn, wie er selbst mitteilt, dazu geführt, das Problem

der Erhaltung der Farbe bei fossilen Molluskenschalen näher ins Auge zu fassen und sogar zum Thema einer akademischen Mitteilung zu machen [1].

Nun sollte man eigentlich meinen, daß eine Frage, wie diese, längst gelöst sein müßte. Gehört sie doch zu den ersten, welche sich selbst ein Laie vorlegt, wenn er eine fossile Schale zum ersten Male betrachtet und sich dabei klar wird, daß diese einem einst lebenden Organismus angehört hat, daß sie in die Verwandtschaft der Formen gehört, die er am Strande aufzulesen Gelegenheit hatte, oder welche er als Zierat in seiner oder seiner Freunde Häuslichkeit zu bewundern vermochte. Da wird doch gewiß in jedem einzelnen Falle zuerst ganz natürlich die Frage gestellt werden: Wo sind denn die Farben geblieben? Und der wissenschaftliche Unterweiser wird jedesmal gewiß die Antwort gegeben haben und noch geben, daß diese durch den Versteinerungsprozeß naturgemäß zerstört seien, da dieser in dem Eindringen anorganischer Lösungen besteht, und diese bekanntlich organische Erzeugnisse, wie dieses doch die Farben sind, zerstören müssen. Der Laie wird nach dieser im Brusttone der Überzeugung vorgetragenen Belehrung gewiß verstummen und sich in dem Bewußtsein sehr klein vorkommen, so naheliegende Erklärungen gänzlich übersehen zu haben. Der Fachgelehrte aber, der sich allmählich davon überzeugt, sei es durch literarisches Studium, sei es in Sammlungen, sei es im Felde, wie selten die Färbung erhalten geblieben ist, hätte, so sollte man meinen, in jedem einzelnen Falle der Erhaltung dieser Gebilde dem Probleme doch eine besondere Aufmerksamkeit zuwenden müssen, und so sollte man erwarten, scheint mir, in der Literatur und zumal in der älteren, eine ganze Reihe von Arbeiten zu finden, welche sich mit der Frage beschäftigen, warum in diesem und jenem Falle entgegen der allgemein angenommenen und für die Mehrzahl der Fälle auch gültigen Theorie die Färbung nicht vernichtet wurde, sondern erhalten blieb. Auffallenderweise ist dies aber in Wirklichkeit nicht der Fall. Die Zahl der Einzeluntersuchungen ist zwar größer, als Deecke meint, aber doch im ganzen verschwindend klein und hat sich wohl in den meisten Fällen mehr an der Oberfläche gehalten und auf das Tatsächliche beschränkt; und auch in den zusammenfassenden Werken allgemeineren Inhalts, sowohl von conchyliologischer als von paläontologischer Seite, wird der Gegenstand höchstens gestreift, aber meines Wissens niemals gründlicher behandelt, so daß die chemische Zusammensetzung und Entstehung der Färbung an dem lebenden Organismus ein noch ebenso dunkles

[1] Vgl. W. Deecke, Über Färbungsspuren an fossilen Molluskenschalen. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Math.-nat. Klasse. Abt. B. Biologische Wissenschaften. Jahrg. 1917. 6. Abhandl. p. 1—14.

und wenig erforschtes Gebiet zu sein scheint, wie ihre Zerstörung und gelegentliche Erhaltung an dem fossilen. Daß dem so ist, liegt vielleicht an einer gewissen Sprödigkeit und Keuschheit der Wissenschaft selbst. So wie der einzelne in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht gern daran erinnert sein will, daß die Anfänge seiner wissenschaftlichen Arbeit nicht in abstrakten Reflektionen liegen, sondern in dem Reiz, den die lebende konkrete Umgebung, mochte sie nun in Insekten, Conchylien, Pflanzen oder Mineralien bestehen, auf ihn ausgeübt und durch den sie ihn zum Sammeln und zur näheren Betrachtung angeregt hat, so hat es die Wissenschaft als Ganzes im allgemeinen nie geliebt, wenn die von ihr behandelten Fragen einen leichten ästhetischen Beigeschmack bekamen und durch ihn sich mehr an das „profanum vulgus" und seine niederen Instinkte zu richten schienen; wie denn auch die Klarheit der Diktion wenigstens in Deutschland nicht immer als ein Vorzug angesehen und die Dunkelheit des Stils nicht nur im alten Hellas als ein Zeichen einer besonders hochstehenden Intelligenz angesehen wurde; so war es wohl auch ein analoger Gesichtspunkt, aus dem heraus paläontologische Tafelwerke als Bilderbücher bezeichnet und mit einer leichten Dosis von Ironie abgetan wurden von denjenigen, deren Beschäftigung und Verdienste auf anderen Gebieten lagen — ein Moment, das übrigens z. T. die Schuld trägt an der beklagenswerten Verschlechterung unserer Illustrationen —, und derartige Anschauungen waren gewiß nicht förderlich bei der Behandlung von Fragen, welche mit den Farben in Verbindung stehen und bei denen der Zusammenhang mit ästhetischen Gesichtspunkten nun einmal nicht ganz aus der Welt zu schaffen ist.

Das Moment der Färbung spielt nun, wie auch Deecke einleitend bemerkt, bei der Systematik der rezenten Mollusken eine gewisse Rolle; allerdings scheint mir der Verfasser diese doch etwas zu überschätzen. Es läßt sich an zahlreichen Beispielen beweisen, daß auch bei den rezenten Conchyliologen im Laufe der Zeit die Färbung nur einer der Faktoren geworden ist, nach welchen die Artabgrenzung erfolgt, und daß Unterschiede in der Färbung bei gleichbleibender Form auch hier nur Farbenvarietäten gegeben und keine Artunterschiede bedingt haben. Die Fälle, bei welchen „die Zeichnung das alleinige Trennungsmittel" wäre, dürften auch bei den Cypräiden und Coniden nur recht vereinzelt dastehen. Im wesentlichen entscheidet auch hier die Gestalt, für deren mehr oder weniger leichte Veränderungen das Auge bei jeder Gruppe erst eine gewisse Übung gewinnen muß. Die Behauptung, daß „das Einteilungsverfahren bei rezenten und fossilen Mollusken ungleichwertig" sei, würde ich daher nicht zu unterschreiben vermögen, und ich glaube daher auch nicht, daß die Erhaltung der Färbung bei fossilen Schalen aus diesem Grunde die Bedeutung

hat, welche ihr DEECKE beimißt. Das Phänomen ist interessant aus verschiedenen anderen Gesichtspunkten, nicht in letzter Linie deshalb, weil, wie auch der Verfasser gelegentlich betont, es sich an ihm und durch dasselbe beweisen läßt, daß das Grundprinzip der Farbengebung bei den verschiedenen Gruppen auf äußerst lange Zeiträume hin durchaus konservativ geblieben ist, daß es z. B. „bei den Naticiden bis zum Paläozoicum hinaufreicht, daß die Fleckung der Cypräen, die Punktspiralen der Coniden gleich nach Erscheinen dieser Gruppe in der oberen Kreide nachweisbar sind“ [1].

Die Entstehung und Zusammensetzung der Farben bei den lebenden Mollusken scheint nun ein noch ziemlich dunkles und wenig erforschtes Gebiet zu sein. Ich selbst habe durch eigene Nachforschungen in der Literatur nichts Wesentliches darüber in Erfahrung bringen können; auch Erkundigungen bei Conchyliologen haben zu keinem anderen Resultat geführt. DEECKE scheint es nicht besser ergangen zu sein, denn er beruft sich nur auf eigene Untersuchungen und verweist auf keine Spezialarbeiten anderer Forscher. Die allgemeinen Handbücher der Zoologie, welche ich befragte, enthalten keine näheren Angaben; von den conchyliologischen bringt der sonst so eingehende ED. V. MARTENS [2] wunderbarerweise nichts über den Gegenstand, auch TRYON [3] streift ihn nur und selbst P. FISCHER's Manuel de Conchyliologie gibt auf p. 26 nur eine wortgetreue Übersetzung aus dem kleineren Handbuche von S. P. WOODWARD [4], in welchem besonders der Einfluß von Licht und Wärme auf die Entstehung der Färbung betont wird. Es ist hier aber nicht einmal der Stoff genannt, aus welchem die Farben sich aufbauen, geschweige das Thema auch nur gestreift, ob es sich bei diesen Pigmenten und ihrer großen Mannigfaltigkeit um chemisch oder physikalische Prozesse handelt. Nach DEECKE's Untersuchungen soll die Grundmasse der Färbung durch Chitin bewirkt sein. Ich nehme an, daß dieses Wort hier nicht in streng chemischer Bedeutung aufzufassen ist. Denn soweit mir bekannt ist, ist Chitin sonst bei den Mollusken nicht vorhanden und durch Conchiolin ersetzt, welches mit der primitiven Substanz des Knorpels isomer ist, in seiner Zusammensetzung mehr dem Hornstoff der höheren Tiere als dem Chitin gleicht und bei längerem Liegen der Schalen im Wasser von diesem aufgelöst werden soll [5]. Immerhin sind dies Verbindungen, welche sich chemisch sehr nahestehen, und

---

[1] DEECKE, a. a. O. p. 11.

[2] Weich- und Schaltiere. Leipzig 1883.

[3] Structural and systematic Conchology. Philadelphia. 1882. I. p. 25.

[4] A Manual of the Mollusca; or, a rudimentary treatise of recent and fossil shells. London 1851—56.

[5] LUDWIG K. SCHMARDA. Zoologie. Wien 1871. I. p. 12. — BRONN. Klassen und Ordnungen des Tierreichs. (III) 1. Heidelberg 1862. p. 412; (III) 2. p. 916.

die Frage ist daher von untergeordneter Bedeutung. Wichtiger aber, und gerade für unser Thema ist die Auffassung DEECKE's, daß die große Mehrzahl der Farben bei den Mollusken physikalisch zu erklären sei, daß eine hellbraune Grundfarbe vorhanden und die Mannigfaltigkeit der Färbung durch Lichtbrechung „durch Interferenz der dünnen Häute" zustande komme. Dagegen spricht doch wohl mancherlei. Und ich glaube doch, daß man zu so weitgehenden Folgerungen nur an der Hand ausgedehnter chemischer und physikalischer Versuche gelangen könnte, von denen es nicht den Anschein hat, als ob sie von DEECKE vorgenommen worden wären. Schon die eine Tatsache, daß an der pelagisch auf der Oberfläche des Wassers lebenden Schale von *Janthina* die oberen, außerhalb des Wassers liegenden Teile lebhaft violett gefärbt sind. die im Wasser befindlichen dagegen in viel geringerem Maße [1], und, daß diese Farbenverteilung auch bleibt an der trockenen, aus dem Meere genommenen Schale, scheint doch darauf schließen zu lassen, daß es sich hier um chemische Prozesse handelt, bei denen die optische Lichtbrechung keine Rolle spielt, wie dies denn wohl auch die Auffassung von WOODWARD und P. FISCHER ist. DEECKE gibt selbst Beispiele von Färbungen an, welche nur durch größere oder geringere Sonnenbestrahlung zu erklären sind und von ihm auch so erklärt werden. Soll man nun meinen, daß hier vermöge der Sonnenbestrahlung eine verstärkte Ablagerung der dünnen Häute stattgefunden hat? Oder ist es nicht natürlicher, anzunehmen, daß die Einwirkung des Lichtes chemische Prozesse einleitete [2]? Aber was nützen hier alle Annahmen? Mir scheint, hier muß der Chemiker vorerst mit seinen Reaktionen in Tätigkeit treten.

Ich betonte oben, daß die Zahl der Einzeluntersuchungen an fossilen Mollusken mit erhaltener Färbung zwar gering sei, daß deren aber immerhin doch einige vorlägen. So hat v. ALBERTI schon 1845 [3] die Farbstreifen von *Terebratula vulgaris* beschrieben und vorzüglich in ihrer natürlichen Färbung abgebildet; er kommt darauf auch später (1864) in seiner „Trias" [4] kurz zurück. 1854 geht FORBES in einem in den Verhandlungen der Royal Society

[1] P. FISCHER. Manuel de Conchyliologie. p. 26.

[2] Das Licht kann übrigens nicht in allen Fällen eine so bedeutende Rolle auf die Ausbildung der Farben beanspruchen. Eine der am lebhaftesten gefärbten Schnecken ist. wie ihr Name schon andeuten soll, *Phasianella*; und von dieser schreibt JOH. WALTHER, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. II. Die Lebensweise der Meerestiere. Jena 1893. p. 484: „Fliehen das Sonnenlicht, indem sie sich unter Tang verbergen."

[3] N. Jahrb. f. Min. etc. p. 672. Taf. V Fig. 1—5.

[4] FRIEDRICH V. ALBERTI. Überblick über die Trias mit Berücksichtigung ihres Vorkommens in den Alpen. Stuttgart 1864. p. 152. Taf. VI Fig. 1 a—f. (Die Farbenstreifen sind hier in Schwarz wiedergegeben!)

abgedruckten Briefe auf unsere Frage ein, im wesentlichen aber nur, um auf die bemerkenswerten Schlüsse hinzuweisen, welche Vorhandensein und Beschaffenheit dieser Farben auf die meist geringe Tiefe, in denen die betreffenden Schichten zum Absatze gelangten, zu ziehen gestatteten, Schlüsse, welche zumal für die paläozoischen Formationen von Bedeutung wären. Die Ursache der Erhaltung dieser Farben wird, a. a. O. p. 22, in einem Nebensatze gestreift, in welchem bemerkt wird, daß „wahrscheinlich wegen organischer Unterschiede in der mikroskopischen Zusammensetzung der gefärbten und ungefärbten Schalenteile das Muster der Originalzeichnung sich klar unterscheiden ließe von der Grundfärbung der Schale“ [1]. Eingehender und auf die ganze uns hier beschäftigende Frage gerichtet sind die Untersuchungen, welche EMANUEL KAYSER [2] an einer *Rhynchonella* aus dem Devon anstellte, an der die Färbung übrigens schon früher von QUENSTEDT beobachtet und abgebildet worden war [3]. KAYSER stellte hier in den rötlichen oder, wie QUENSTEDT beobachtet, bräunlichen Farbenflecken der devonischen *Rhynchonella* das Vorhandensein einer braunroten, in Salzsäure mit gelber Eisenfarbe löslichen, nicht doppelbrechenden, wahrscheinlich amorphen organischen Substanz fest, welche beim Glühen verschwindet und ihrerseits mit Eisen chemisch gebunden ist. Es ist also durch diese Versuche KAYSER's bewiesen, daß in diesen alten Schichten nicht Eisen oder Mangan an die Stelle der schwindenden organischen Materie getreten ist, wie DEECKE a. a. O. p. 9 voraussetzt, sondern daß die ursprüngliche organische Substanz als solche, wenn auch vielleicht verändert, noch erhalten blieb: ungeklärt blieb nur die Frage, ob der Eisengehalt dieser färbenden organischen Verbindung ein primärer oder sekundärer sei, wobei KAYSER, zumal im Hinblick auf die gleichzeitige Anwesenheit von allerdings nur sehr geringen Mengen eines vermutlichen Silikates, mehr die zweite Möglichkeit, das spätere Eindringen einer Eisenlösung, ins Auge faßt. KAYSER hat sich a. a. O. weiter noch recht eingehend mit den Verhältnissen dieser Färbung beschäftigt, aber dabei wohl empfunden, wie unzulänglich das bisher vorliegende wissenschaftliche Material ist. „Zu weiteren Untersuchungen fehle ihm,“ wie er abschließend bemerkt, „das nötige Material“ und, wie wir voraussetzen können, wahrscheinlich auch die nötige Zeit. „Er würde sich freuen,“ so lautet der Schluß des Aufsatzes, „wenn diese Mitteilung dazu diente, die

[1] „Owing probably to organic differences in the minute structure of the coloured and colourless portions of the shell, the pattern of the original painting is clearly distinguished from the ground tint.“

[2] Notiz über *Rhynchonella pugnus* aus dem Eifler Kalk. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 23. 1871. p. 257 ff.

[3] QUENSTEDT, Petrefacten Deutschlands. II. Die Brachiopoden. 1871. p. 191. Taf. 42 Fig. 12 (*Terebratula pugnoides* SCHNUR).

Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf dieses Thema zu lenken und zu eingehenderen Untersuchungen der Farbstoffe der Schalen fossiler und auch lebender Conchylien anzuregen [1]." Man sieht, auch KAYSER betont ausdrücklich die Lücken an unserer Kenntnis der Farben an lebenden Schalen. Sein Wunsch, daß dieses interessante Thema weiter verfolgt werden möge, ist leider nur in sehr beschränktem Maße in Erfüllung gegangen; denn seine Untersuchungen sind bis auf DEECKE's hier besprochene jüngste Mitteilung die einzigen, welche es unternehmen, methodisch an den Gegenstand heranzutreten. Was mir sonst bekannt wurde, ist im wesentlichen nur die Zusammenstellung von Tatsachen. Dazu rechne ich neben BEYRICH's später näher zu besprechenden Aufsatze und meinen eigenen gelegentlichen Bemerkungen vor allem eine englische Arbeit, die erst 1907 erschienene Publikation von R. BULLEN NEWTON [2].

Auch NEWTON hat sich mit den Grundlagen des Problems nur wenig beschäftigt. Er erörtert einleitend die schon von FORBES aufgeworfene Frage [3], daß man an der größeren oder geringeren Färbung der Molluskenschale die Tiefe erkennen könne, in welcher das Tier gelebt habe, und daß demnach die Erhaltung der Färbung bei fossilen Formen auch nach dieser Richtung hin wertvolle Dienste für die Geologie und für die Kenntnis der alten Lebensbedingungen der Tierwelt leisten könne. Er behauptet weiter, aber ohne dafür den Beweis anzutreten, daß die erhaltenen Farbenreste nicht notwendigerweise der ursprünglichen Färbung entsprechen müßten, da sie wahrscheinlich durch auf sie folgende färbende Medien ersetzt wurden, und erklärt schließlich, daß die Farbenstreifen durchaus nicht immer oberflächlich lägen, sondern daß sie bis auf ½ mm Tiefe in die Schale eingedrungen seien, wie man sich an rezenten Schalen von *Circe* überzeugen könne. Aber dies und noch einiges andere, noch weiter vom Thema abschweifende, sind eigentlich alles Diskussionen, welche den für die Materie grundlegenden Fragen eher aus dem Wege gehen, als sie fördern. Wichtiger als diese Bemerkung des Autors ist auch die Liste der diesem bekannten Färbungen bei fossilen Molluskenschalen und die Tafel, welche diese, allerdings in schwarzer Reproduktion, wiedergibt. Es sind aber fast ausschließlich Formen aus dem britischen Museum, welche hier besprochen und abgebildet werden. Die Literatur ist nur in sehr geringem Maße benutzt, unter anderem auch die Arbeit

[1] a. a. O. p. 264.

[2] Relics of Coloration in fossil shells. Proc. of the malacol. soc. of London. 1907. p. 280 ff. Taf. 24.

[3] Note on an indication of depht of primaeval seas, afforded by the remains of colour in fossil Testacea. Proc. of the Royal Soc. of London. 7. 1854. p. 21—23.

von KAYSER anscheinend nicht bekannt, jedenfalls nicht zitiert, obgleich auch dieser eine ziemlich reichhaltige Zusammenstellung der ihm bekannten fossilen Farben als Anhang seinem Aufsatze hinzugefügt hatte. Wir werden weiter unten die von beiden Autoren gelieferten Zusammenstellungen wiedergeben, uns aber vorderhand erst einigen weiteren, von DEECKE erörterten Fragen zuwenden.

Nach DEECKE[1] „bildet die Farbschicht niemals die direkte Oberfläche, sondern gehört einer unter dieser liegenden Zone an"; sie „pflegt in vielen Fällen von einer stark glänzenden, durchsichtigen, glasartigen dünnen Lamelle von kohlensaurem Kalk bedeckt zu sein. Diese Lamelle ist außerordentlich dünn und nicht kristallisierter kohlensaurer Kalk." Man frägt sich hier, wovon die Farbschicht, welche niemals die Oberfläche selbst bilden soll, bedeckt ist, wenn diese Decke kohlensauren Kalkes fehlt, welche doch nur „in vielen Fällen" vorhanden sein soll. Der Farbstoff soll „ein Schutz gegen Auflösung der nakten Schalenteile durch das kohlensäurehaltige Wasser" sein. Wie steht es da um die vielen Fälle, wo keine vollständige Farbschicht vorhanden ist, sondern nur einzelne Streifen und Flecken? Es müßten doch dann, wenn die Anschauungen DEECKE's in diesem Punkte richtig wären, schon bei Lebzeiten des Tieres die nicht von Farbe bedeckten Teile vertieft sein, und die durch sie geschützten Abschnitte reliefartig erhaben hervortreten, und ähnliche Erscheinungen müßten doch gewiß postlethal sich einstellen. Nichts von alledem wurde jemals beobachtet. Der Vergleich mit der Epidermis hinkt etwas, weil diese doch die ganze Schale einhüllt, nicht nur einzelne Teile. Es scheint also diese Erklärung doch nicht ganz zuzutreffen, und die Färbung um so mehr auch bei der lebenden Schale eine andere Funktion zu besitzen, als der Schutz gegen den auflösenden Einfluß der Kohlensäure von der Epidermis[2] geliefert wird und diese den gefärbten Schalenteil in vielen Fällen bedeckt (z. B. bei *Neritina* unter den limnischen, *Triton* und besonders *Conus*[3] unter den marinen Formen).

DEECKE erklärt ferner, daß „das Pigment bei seiner oberflächlichen Lage gleich nach dem Tod des Tieres und bei Beginn der Versteinerung zugrunde gehen müsse. Es schwinde durchweg mit der äußersten Lamelle, mit dem Glanze." Wenn dem so sein

[1] a. a. O. p. 4.

[2] Vgl. TRYON, Structural and systematic conchology. I. p. 25.

[3] Vgl. u. a. M. HOERNES, Fossile Mollusken des Wiener Beckens. I. p. 11. „Dieser Charakter zeigt sich bei den Conen nicht, weil ihre Schalen stets mit einer manchmal sogar sehr dicken und zähen Epidermis bedeckt sind, welche man gewöhnlich in den alten Sammlungen zu entfernen bemüht war, um die Schalen glatt zu erhalten und denselben dadurch den lebhaften Glanz der Farben wiederzugeben." Vgl. auch p. 13 a. a. O.

würde und diese äußerste Schicht so besonders leicht löslich wäre, so müßten die im Freien am Strande oder in Gärten, im Walde usw., allem Unbill der Witterung und der Einwirkung kohlensäureführenden Wassers ausgesetzten Schalen viel leichter ihre Färbung verlieren. Umgekehrt aber weiter müßten diejenigen Schalen, welche nach dem Tode des Tieres sogleich zur Einbettung gelangten und, wie so häufig, mit einer Schicht Sediment bedeckt wurden, durch die dann vor der Vernichtung geschützte äußere Kalkschicht bewahrt bleiben, und die Färbung hier stets auf die Nachwelt gelangen. Wir müßten somit in allen den ziemlich zahlreichen Fällen, wo wir eine rasche Sedimentation annehmen dürfen, Farbenspuren an den fossilen Mollusken besitzen. Daß dem nicht so ist, beweist, daß die epigenetischen Prozesse, vor allem die Wirkung des mit verschiedenen Minerallösungen beladenen Wassers, eine viel größere Rolle spielen. Und diese sind doch schon in den allerjüngsten pleistocänen, ja sogar in den Alluvialbildungen in Tätigkeit. Ganz abgesehen davon, daß bei vulkanischen Tuffen, wie denen von Pozzuoli, die chemischen Umsätze viel bedeutendere sind und ihre ätzende und vernichtende Wirkung auf die Kalkschale bekannt ist. Im übrigen scheint Deecke an dieser Stelle, p. 6, für die Decklage eine viel kompliziertere chemische Zusammensetzung anzunehmen. Während er sie früher für einfachen unkristallisierten kohlensauren Kalk erklärte, spricht er hier, allerdings in hypothetischer Form, von „irgend einer Doppelverbindung von Natrium- und Kalkchlorit mit Carbonaten oder von einem Kalknatron-Carbonat“, ich weiß nicht, auf Grund welcher Erwägungen, Experimente oder Literaturzitate. Nun bieten gerade die Tuffe eine für unsere Frage überaus interessante Erscheinung dar, welche sich beim besten Willen nicht mit den Erklärungsversuchen von Deecke vereinigen läßt. Es ist bekannt, daß Kalkschalen in ihnen im allgemeinen nicht gerade glänzend erhalten sind[1], worauf ich schon oben hinwies. Gewöhnlich ist gerade die

[1] Man muß sich wundern, daß sie überhaupt in submarinen Tuffen erhalten bleiben, wenn man z. B. bei Joh. Walther liest (Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. III. Lithogenesis der Gegenwart. Jena 1894. p. 690): „Auf Santorin war 20 Jahre nach der Eruption das Seewasser noch so reich an schwefelsauren Dämpfen, daß sich in einer Bucht die mit Kupfer beschlagenen Schiffe vor Anker legten, damit die Überzüge von den Kalkresten festsitzender Tiere (*Balanus*, *Ostrea* usw.) auf natürlichem Wege entfernt würden. Wenn nun das über einer submarinen Eruptivstelle stehende Seewasser nach 20 Jahren noch so sauer war, daß es den Kupferbeschlag von Seeschiffen in kurzer Zeit reinigte, so ist leicht einzusehen, daß die in dem submarinen abgelagerten Tuff enthaltenen Kalkreste meist rasch zerstört werden. Daraus folgt, daß Wassertuffe nahe dem Eruptivpunkte nicht geschichtet sind, daß Versteinerungen darin selten sind und, wenn

Oberfläche stark korrodiert und die feinere Ornamentik der Schale nicht erhalten. Dies läßt sich wenigstens bei allen Tuffbildungen des venetianischen Tertiärs, soweit ich sie kenne, beobachten; ähnliche Erscheinungen treten aber auch in den in diesem Punkte immerhin vergleichbaren Serpentinsanden der Colli Torinesi auf. Nun sind wohl aus keinem Punkte der Erde so viel noch mit ihren Farben versehene Schalen gefunden worden, als in den Tuffen des Val nera di Roncà. Kein Geringerer als Beyrich hat in einer, allerdings sehr kurzen und darum ziemlich vergessenen, Mitteilung in den Berichten der Gesellschaft naturforschender Freunde gelegentlich auf diese Verhältnisse hingewiesen [1]. Ich selbst habe in meinem Aufsatz über den Monte Pulli [2] den Gegenstand ebenfalls flüchtig gestreift und eine Reihe von Abbildungen farbiger Schalen gegeben. Das Merkwürdige und für mich vorläufig Unerklärliche dabei ist nun, daß gerade in Roncà die Oberfläche der Schalen wie angeätzt erscheint, und daß die feineren Skulpturen und Ornamente hier selten erhalten sind. Die Zerstörung der äußeren Schalenschicht greift also hier weit tiefer, als bis auf die äußerste Decklage, und trotzdem sind die Farben erhalten; und zwar nicht nur bei Schalen von *Natica* und *Nerita*, bei denen sie anscheinend widerstandsfähiger sind als bei den übrigen Mollusken, sondern auch bei *Bayania*, *Cerithium*, *Strombus* und *Voluta*; und nicht nur bei glatten Formen, sondern auch bei solchen, welche, wie *Cerithium* und *Melanatria*, eine äußerst bewegte Oberfläche darbieten.

Beyrich hat an der erwähnten Stelle, ganz im Gegensatze zu seiner sonst so vorsichtigen Art, selbst einen Erklärungsversuch gewagt, der aber, wenigstens in der kurzen Fassung, in welcher er als Referat eines Vortrags überliefert wurde, sicher nicht entfernt genügen kann, worauf ich ebenfalls schon früher a. a. O. hinwies. Er betrachtet „als Ursache der Erscheinung den großen Bitumengehalt jener Tuffe, als Folge der gewaltigen Massen durch submarine, vulkanische Ergüsse vernichteter und in den Tuffen zusammengehäufter Organismen". Mir ist diese Stelle nie ganz klar geworden. In ihrer jetzigen Fassung würde sie ziemlich auf eine Tautologie herauskommen. Es wäre gleichzeitig so viel organische Substanz dagewesen, daß diese nicht ganz zersetzt

---

sie vorkommen, keine regelmäßige Verteilung in einzelnen direkten Schichtenzonen erkennen lassen." Wenn nun wohl auch die Intensität der Erscheinung in dem Maße abnimmt, als man sich vom Eruptionspunkte entfernt, vorhanden ist sie immer und damit die anätzende und auflösende Wirkung auf die Kalkschale.

[1] Vgl.: Über das Vorkommen erhaltener Farben bei tertiären Muschelschalen; a. a. O. 1881. p. 106.

[2] Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1894. p. 309.

werden konnte und so auch die organischen Farben geblieben wären. Vielleicht meint der Verfasser aber auch, daß die Anwesenheit sekundär gebildeter organischer Verbindungen, welche vielleicht die Schalen umflossen hätten, ein Hindernis gewesen wäre für das Fortschreiten zersetzender und ätzender Prozesse. Klar ist der Gedanke also jedenfalls nicht ausgedrückt, und er wird noch weniger verständlich, als wenige Zeilen weiter anscheinend die Zersetzung der Farbe auf das Einwirken der Atmosphärilien zurückgeführt wird. Andererseits gibt es zahlreiche andere Stellen im Vicentino, wo dieselbe Anhäufung organischer Substanz stattgefunden hat, wo die Verhältnisse anscheinend unstreitbar günstiger lagen und wo trotzdem nur in seltenen Fällen die Farben erhalten sind. Ich habe hier z. B. im Auge die mitteleocänen Horizonte um San Giovanni Ilarione, wie die Fundpunkte des Gombertokomplexes. Überall handelt es sich hier um rein submarine Eruptionen des offenen Meeres. Bei Roncà dagegen, dessen Fauna so ausgesprochen brackisch ist, muß ein Fluß gemündet haben, und die Ablagerung der Tuffe wurde am Strande oder gar in Lagunen gebildet. Dafür spricht gleichmäßig die Fülle von Cyrenen und von *Potamides*-Arten, das Auftreten von Landschnecken, die Anwesenheit der Klippen bewohnenden Gattung *Planaxis*, wie der heute an den Mangrove befestigten Gattung *Paraplacuna*, endlich die, wie die Schichtenfolge beweist, bald darauf erfolgte Aussüßung des ganzen Areals. Sollten nun vielleicht gerade diese brackischen Verhältnisse von Roncà bei der Erklärung des Phänomens mitsprechen? Dagegen ließe sich allerdings einwenden, daß an einem Fundpunkte des Gombertohorizontes, den oberen, rein marinen Schichten von Sangonini, ebenfalls verhältnismäßig zahlreich gefärbte Molluskenschalen vorhanden sind.

Ich bin ziemlich ohne Kenntnis, wie sich die Reste fossiler Mollusken verhalten in Schichten, die an Bitumen besonders reich. bzw. von Petroleum erfüllt sind. Hier müßte die Färbung durchgehend sein, wenn Beyrich's Theorie recht hätte. Ich kenne einen derartigen Punkt im Vicentino, die an Kohlenwasserstoffen reichen Mergel des Monte Pulli bei Valdagno, wo wenigstens für die dort ziemlich häufige *Congeria euchroma* mihi[1] dies zutrifft, und wo auch außerdem die Melanopsiden so bräunlich gefärbt sind, daß man auch hierin die Reste ursprünglicher Färbung sehen könnte. Aber andererseits zeigt auch eine verwandte *Congeria* in Ungarn (*C. eocaenica* Mun.-Ch.)[2] Reste von Farbenspuren, obgleich sie aus Schichten stammt, welche kein Petroleum führen; das gleiche gilt

---

[1] Vgl.: Die Gattungen *Dreyssensia* van Beneden und *Congeria* Partsch etc. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1891. p. 954. Taf. LI Fig. 5 u. 6.

[2] Ebendort. p. 954. Taf. LI Fig. 8.

von der *C. Brardii* Brngt. des Mainzer Beckens und der obermiocänen *C. amygdaloides* Dunk. der Sande von Unterkirchberg bei Ulm[1]. Andererseits sind mir sonst gefärbte Molluskenreste aus bituminösen Schichten nicht bekannt geworden, obgleich wiederum die bräunliche Färbung der Schalen in manchen Süßwasserhorizonten in analoger Weise erklärt werden könnte.

Daß im übrigen Petroleum, Naphtha u. dgl. erhaltend wirken auf die organische Substanz, beweist der von Schaffer[2] mitgeteilte Fall von Starunja in Ostgalizien, wo sich in Naphtha und Ozokerit eingebettet fanden: Knochen von Mammut mit Muskelpartien und Hautteilen, das Vorderteil eines mit Haut und Fleisch erhaltenen *Rhinoceros antiquitatis*, ein Frosch mit Haut und Knochen, Vögel mit Haut, Muskeln, Nerven, Eingeweiden, Schwanzfedern, zahlreiche Insekten und Molluskenarten und vorzüglich erhaltene Pflanzenreste. Leider fehlen hier hinsichtlich der Färbung alle Angaben.

Ich möchte nun im Anschlusse an die von Deecke seinem Aufsatze zugrunde gelegte Disposition an dieser Stelle auch meinerseits eine Liste der Vorkommnisse gefärbter Schalen geben, welche mir aus der Literatur oder aus den Sammlungen bekannt geworden sind. Ich will dabei die von Deecke gegebene Zusammenstellung zugrunde legen und sie erneut abdrucken. Eine annähernde Vollständigkeit wird auch mir ebensowenig möglich sein wie Deecke; ich darf dabei wohl auf dieselbe Nachsicht rechnen wie er. Nicht ganz konsequent finde ich es, das Pliocän dabei ausschalten zu wollen; was mir aus diesem bekannt wurde, wird daher in dieser Liste eingefügt werden. Beginnen möchte ich aber diese Zusammenstellung mit dem, was Kayser und Newton bereits früher, jeder an der oben näher betrachteten Stelle, nach dieser Richtung hin vereinigt hatten; anschließen werde ich eine kleine Liste, welche Herr Paul Bamberg in Berlin-Wannsee, der Besitzer einer besonders durch die wunderbare Erhaltung der in ihr vereinigten Formen ganz hervorragenden Sammlung, auf meine Bitte hin zusammenzustellen die Freundlichkeit hatte. Leider war es Herrn Bamberg, der beruflich in diesen Zeiten stark in Anspruch genommen war, nicht möglich, eine genaue Beschreibung der Zeichnungen hinzuzufügen; doch hat er mir wiederholt versichert, daß in seiner Zusammenstellung, in welcher *Conus*, *Natica* und *Nerita* als meist farbenführend nicht enthalten seien, nur Formen aufgenommen wurden, welche eine wirkliche Zeichnung, nicht etwa nur die allgemeine Grundfärbung, erkennen ließen.

[1] F. Sandberger, Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. Wiesbaden 1875. p. 484 u. 557.

[2] F. X. Schaffer, Grundzüge der allgemeinen Geologie. Leipzig 1916. p. 414.

a) Zusammenstellung der von E. Kayser beobachteten gefärbten Schalen[1].

	Gastropoden	Brachiopoden	Conchiferen	Cephalopoden
A. Tertiär	Zahlr. *Cassis-*, *Conus-*, *Neritina-*, *Natica-*, *Patella*-Arten *Natica millepunctata* *Bulimus terebellatus*[2]	*Terebratula* sp.[3]	—	—
B. Kreide	—	*Rhynch. octoplicata* *Terebrat. biplicata*	—	—
C. Jura	*Melan. Heddingtonensis* *Nerita liasina*	—	—	—
D. Trias	—	*Terebratula vulgaris*	*Pecten laevigatus*	—
E. Carbon	*Pleurotomaria carinata* — *rotunda* — *conica* *Natica plicistria* *Solarium pentagonum* *Pileopis pileus* *Patella solaris* — *retrorsa*	*Terebratula hastata* — *elongata* *Spirifer decorus* (= *glaber* var.) *Orthis resupinata*	*Aviculopecten subcostatus* *Aviculopecten intercostatus*	—
F. Devon	*Pleurotom. Beaumonti* — *limbata* *Natica subcostata*	*Terebratula* sp. *Rhynchon. pugnus*	—	*Orthoc. anguliferum*
G. Silur	*Turbo rupestris*	—	—	—

[1] Vgl. E. Kayser, a. a. O. p. 265.

[2] Es ist dies aller Wahrscheinlichkeit nach die von Bronn als *Pyramidella plicosa* unterschiedene Form aus dem Neogen. Von dieser werden von M. Hoernes keine Farben angegeben. Dagegen unterscheidet Sacco (Moll. terz. d. Piemonte. XI. 1892. p. 27) eine subvar. *fusca,* die im Pliocän von Villalvernia selten sein soll und von der er angibt: „Testa griseo-fusca". Mir sind gefärbte Schalen dieser Form bisher nicht zu Gesicht gekommen.

[3] Es ist dies die Art, welche Suess (Wohnsitze der Brachiopoden) a. a. O. p. 243 als eine biplicate Terebratel aus dem Eocän des Säntis angibt, und welche die unregelmäßigen Scharlachflecken der javanischen *Waldheimia picta* besitzen soll.

b) Liste der von R. B. Newton angegebenen Schalen mit erhaltener Färbung:[1]

Neritina concava J. de C. Sowerby, a. a. O. p. 282, Taf. 24 Fig. 18.
Formation: Unteroligocän („Priabonian").
Lokalität: Headon Hill, Isle of Wight.

Ostrea cf. *curvirostris* Nilsson, a. a. O. p. 282/83, Taf. 24 Fig. 17.
Nilsson, Petrificata Suecana. 1827. p. 30. Taf. VI Fig. 5.
Formation: U. Senon („Santonian").
Lokalität: Bromley, Kent.
Original im British Museum.

Gryphaea columba Lamarck, a. a. O. p. 283, Taf. 24 Fig. 16.
Hist. nat. des An. s. vert. VI. (1819.) Pt. I. p. 198.
Formation: Cenoman.
Lokalität: Co. Antrim, Irland.
Breite dunkle Radialstreifen. Original im British Museum.

Pecten fulminifer Holzapfel, a. a. O. p. 283.
Holzapfel, Aachener Kreide in Palaeontogr. XXXV. 1889. p. 230. Taf. XXVI Fig. 14.
Formation: U. Senon („Santonian").
Lokalität: Aachen.

Syncyclonema orbicularis (J. Sowerby), a. a. O. p. 283.
Pecten orbicularis J. Sowerby, Min. Conch. II. (1817.) p. 193. Taf. CLXXXVI.
Syncyclonema orbicularis Noetling, in Dames und Kayser, Paläont. Abhandl. II. (1885.) p. 214. Taf. XVIII Fig. 5.
Formation: Cenoman.
Lokalität: Ostseegebiet („Baltic regions").

Camptonectes cf. *curvatus* (Geinitz), a. a. O. p. 284, Taf. 24 Fig. 15.
Pecten curvatus Geinitz, Verstein. von Kißlingwalde. p. 16. Taf. III Fig. 13.
Formation: Ob. Kreide.
Lokalität: Zululand, Südostafrika, von Anderson gesammelt; Original im British Museum.

Cyprina lineolata (J. Sowerby), a. a. O. p. 184, Taf. 24 Fig. 14.
Venus lineolata J. Sowerby, Min. Conch. I. 1813. p. 57. Taf. XX ob. Fig.
Formation: Gault („Albian").
Lokalität: Blackdown, Devonshire.
Original im British Museum.

Natica cincta Phillips, a. a. O. p. 284, Taf. 24 Fig. 12.
Natica cincta Phillips, Geology of Yorkshire. 1829. p. 130. Taf. IV Fig. 9.
Formation: M. Dogger („Bathonian").
Lokalität: Stratton, Gloucestershire.
Original im British Museum.

[1] Relics of Coloration in Fossil Shells. Proc. of the Malacol. Soc. of London. VII. 1907. p. 282 ff.

Pseudomelania Heddingtonensis (J. Sowerby), a. a. O. p. 285, Taf. 24 Fig. 13.

Melania Heddingtonensis J. Sowerby, Min. Conch. I. 1813. p. 86. Taf. XXXIX.
Chemnitzia Heddingtonensis d'Orbigny, Pal. franç.; Terr. jur. Gastérop. 1850. p. 56. Taf. CCXLIV Fig. 4—5.
Formation: U. Malm („Oxfordian").
Lokalität: Frankreich.

Pseudomelania cf. *lineata* (J. Sowerby), a. a. O. p. 285.

Melania lineata J. Sowerby, Min. Conch. III. 1818. p. 33. Taf. XVIII Fig. 1; Eudes-Deslongchamps in Mém. Soc. Linn. de Normandie. VII. 1842. p. 225. Taf. XII Fig. 9—10 (*M. Heddingtonensis* Deslongch. non Sow.).
Formation: U. Dogger („Bajocian").
Lokalität: Normandie (Les Moutiers), Frankreich.

Pseudomelania coarctata (Deslongchamps), a. a. O. p. 286.

Melania coarctata Deslongchamps, a. a. O. p. 226. Taf. XII Fig. 11—12.
Formation: U. Dogger („Bajocian").
Lokalität: Normandie, Frankreich.

Syncyclonema demissa (Phillips), a. a. O. p. 286, var. *inutilis* Whidborne.

Pecten demissus Phillips, Geology of Yorkshire. 1829. p. 140. Taf. VI Fig. 5.
Formation: U. Dogger („Bajocian").
Lokalität: Yeovil Junction.

Meloceras acus (de Koninck), a. a. O. p. 286.

Cyrtoceras acus de Koninck in Ann. Mus. Royal Hist. nat. de Belgique. V. (1880.) Pt. 2. p. 28. Taf. XXXV Fig. 6.
Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Belgien.

Capulus margarita G. S. Boulanger, a. a. O. p. 287, Taf. 24 Fig. 5.

Boulanger in Proc. Geol. Assoc. XI. 1890. p. 445. Taf. IV Fig. 1—3.
Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Ayrshire.
Dunkelolivgrüne Spiralstreifung.

Platyostomella Scotoburdigalensis R. Etheridge jun., a. a. O. p. 287, Taf. 24 Fig. 6, 7.

Proceed. Royal Phys. Soc. of Edinburgh. V. 1880. p. 161. Taf. III Fig. 1—6.
Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Fifeshire.

Mourlonia carinata (J. Sowerby), a. a. O. p. 287, Taf. 24 Fig. 4.

Helix carinatus J. Sowerby, Min. Conchol. I. 1812. p. 34. Taf. X.
Pleurotomaria flammigera Phillips, Geol. of Yorkshire. II. 1836. p. 226. Taf. XV Fig. 2.

Pleurotomaria carinata J. DE C. SOWERBY, Min. Conch. VII. 1844. p. 70. Taf. 640 Fig. 3.

Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Yorkshire.

Syncyclonema Sowerbyi (MC COY), a. a. O. p. 288, Taf. 24 Fig. 11.
Pecten Sowerbyi MC COY, A Synopsis of the Characters of the carboniferous Fossils of Ireland. 1844. p. 100. Taf. XIV Fig. 1.

Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Kildare, Irland.

Syncyclonema colorata (DE KONINCK).

Entolium coloratum DE KONINCK in Ann. Mus. Roy. Hist. nat. de Belgique. XI. 1885. p. 241. Taf. XXXII Fig. 21.

Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Belgien.

Aviculopecten rugulosus (MC COY), a. a. O. p. 289, Taf. 24 Fig. 10.
Pecten rugulosus MC COY, a. a. O. p. 98. Taf. XVII Fig. 7.

Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Kildare, Irland.

Streblopteria sublobata (PHILLIPS), a. a. O. p. 289, Taf. 24 Fig. 8, 9.
Avicula sublobata PHILLIPS, Geology of Yorkshire, Mountain Limestone District. 1836. p. 211. Taf. VI Fig. 25.

Formation: Kohlenkalk („Bernician").
Lokalität: Derbyshire.
Bräunliche Radialstreifen.

Orthoceras anguliferum D'ARCHIAC et VERNEUIL (a. a. O. p. 290, Taf. 24 Fig. 2).
Transactions of the Geol. Soc. of London. VI. 1842. p. 346. Taf. XXVII Fig. 6.

Formation: Mitteldevon („Eifelian").
Lokalität: Paffrath.
Eckige Farbenmuster, an Eichenfußboden („Parkett") erinnernd („forming a beautiful chevron pattern").

Naticopsis harpula (J. DE C. SOWERBY), a. a. O. p. 290, Taf. 24 Fig. 3.
Murex harpula J. DE C. SOWERBY, Min. Conch. VI. 1827. p. 152. Taf. 578 Fig. 5.
Nerita subcostata (GOLDFUSS MS.) BRONN, Lethaea geognostica. 2. Ausg. 1838. II. p. 1282.
Natica subcostata D'ARCHIAC et VERNEUIL in Transact. Geol. Soc. of London. (II) 6. 1842. p. 366. Taf. XXXIV Fig. 5—6.

Formation: Mitteldevon („Eifelian").
Lokalität: Paffrath.
3 Spiralringe brauner Flecke auf jedem Umgange.

Orthoceras annulatum J. Sowerby, a. a. O. p. 291.

Formation: Untersilur („Wenlockian").

Lokalität: Wenlock.

Gerade farbige Längsbänder nach den Angaben von J. J. Blake.

Polytropina helicina (Lindström), a. a. O. p. 291, Taf. 24 Fig. 1.

Oriostoma helicinum Lindström in Kongl. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Stockholm. XIX. 1884. No. 6. Taf. XX Fig. 30—31.

Formation: Obersilur („Ludlovian").

Lokalität: Gotland, Schweden.

Cyrtolites pharetra Lindström, a. a. O. p. 292.

Lindström, a. a. O. p. 83. Taf. VI Fig. 39.

Formation: Obersilur („Ludlovian").

Lokalität: Gotland, Schweden.

(Schluß folgt.)

Personalia.

Am 22. September 1918 ist in Wien der o. Professor der Petrographie und emeritierte Direktor der mineralogisch-petrographischen Abteilung am naturhistorischen Hofmuseum, Hofrat Prof. Dr. **Friedrich Berwerth**, im Alter von 68 Jahren gestorben. Wenn Berwerth auch vor wenigen Monaten von seiner leitenden Stellung am naturhistorischen Hofmuseum zurückgetreten war, so sollte dies kein Verzicht auf weitere wissenschaftliche Betätigung bedeuten, er hoffte vielmehr seine reichen Erfahrungen über die Meteoriten der Wissenschaft noch nutzbar machen zu können. So war er mit der Bearbeitung einer zweiten Auflage von Tschermak's Werk: Mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten, beschäftigt, sein Herzenswunsch aber war, eine Meteoritenkunde zu schreiben. Niemand wäre dazu so vorbereitet gewesen als Berwerth, die Wissenschaft hat durch seinen Tod einen schweren Verlust erlitten. Die Fachgenossen trauern um ihn als einen ihrer Besten, um einen unermüdlichen Forscher, einen nie versagenden Berater; die ihm näher standen um einen Freund, auf den sie sich verlassen konnten.

Brs.

Nach dem Jahresbericht der Wiener Mineralogischen Gesellschaft für 1917 sind ferner gestorben:

Dr. **Mauritz Goldschlag**, Wien, am 20. September 1917. — Hofrat **August Ritter von Loehr** in Wien am 21. November 1917. — Prof. Dr. **A. Pelikan** in Prag am 6. Januar 1918. — Hofrat Dr. **Julian Niedzwiedzki** in Lemberg am 9. Januar 1918.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zusammenfassende Übersicht der Gliederungsverhältnisse und Umwandlungsvorgänge im älteren Zechsteinkalisalzlager.

Von **M. Rózsa.**

Die Gliederungsverhältnisse der älteren Zechsteinkalisalzlager sind bereits seit langer Zeit bekannt. Wie jedoch in allen Gebieten der Naturwissenschaften, so mußten mit der weiteren Forschung auch auf diesem Gebiete Veränderungen und Ergänzungen ausgeführt werden. Dem heutigen Stand der geologischen und chemisch-petrographischen Feststellungen würde in den carnallitischen und sylvinischen Lagerteilen die folgende Einteilung entsprechen:

I. Carbonate.

II. Anhydritlager.

III. Steinsalzlager:

A. Anhydritisches Steinsalz (Anhydrit-Halit).

B. Polyhalitisches Steinsalz (Polyhalit-Halit). Dieses Glied hat sich an vielen Stellen nicht entwickelt.

C. Übergangszone zum Hauptlager der Sulfate.

IV. Hauptlager der Sulfate.

Im carnallit. Lagerteil:

A. Kieseritisches Steinsalz. Hauptlager des Kieserits (Kieserit-Halit, stellenweise carnallitischer Kieserit-Halit, Carnallit % $<$ Kieserit % $<$ Halit %).

B. Kieseritisch-carnallitisches Steinsalz (kieseritisch-carnallitischer Halit, kieseritischer Carnallit-Halit, Kieserit % $<$ Carnallit % $<$ Halit %).

Im sylvinischen Lagerteil:

A. Vanthoffit-Loeweit-Halit. An vielen Stellen auf Sulfate vertaubt.

B. Sylvinisch-kieseritischer Langbeinit-Halit. An sehr vielen Stellen langbeinitfreier sylvinisch-kieseritischer Halit.

V. Hauptlager der Kalisalze.

Im carnallit. Lagerteil:

Carnallitisches Hauptsalz. Hauptsalz (kieseritisch-halitischer Carnallit, kieseritischer Halit-Carnallit, Kieserit % $<$ Halit % $<$ Carnallit %).

Im sylvinischen Lagerteil:

Kieseritisch-sylvinisches Hartsalz. Hartsalz (kieseritischer Sylvin-Halit, Kieserit % $<$ Sylvin % $<$ Halit %; stellenweise sylvinischer Kieserit-Halit, Sylvin % $<$ Kieserit % $<$ Halit %).

Über die Mächtigkeit der Carbonate, des älteren Anhydrits und Steinsalzes liegen zumeist nur Bohrungsdaten vor, wobei der Einfluß stattgefundener Pressungsvorgänge nicht immer berücksichtigt wurde. Die wahre Mächtigkeit des polyhalitischen Steinsalzes beträgt in Staßfurt ungefähr 11 m, während die kieseritische Übergangszone beiläufig 35 m, das kieseritische Steinsalz 8—8,5 m, das kieseritisch-carnallitische Steinsalz 16—20 m, das carnallitische Hauptsalz 15—17 m und das kieseritisch-sylvinische Hartsalz 7—10 m stark sind.

Die speziellen Gliederungsverhältnisse der zum kieseritischen Steinsalz führenden Übergangszone und des kieseritischen Steinsalzes im Staßfurter Lager sind bereits eingehend beschrieben worden [1]. Ergänzend sei indessen noch erwähnt, daß es in den untersten Schichten des umgewandelten Hangend-Polyhalits bei der anhydritisch-kainitischen Umwandlung geblieben zu sein scheint und der Sylvin und Kieserit als spätere Thermalprodukte entstanden sind. Die in diesem Lagerteil vorkommenden kleineren Nester reinen Sylvins liefern indessen auch für die Annahme Beweise, daß in diesem Grenzgebiet des unveränderten und umgewandelten Polyhalits auch die chlormagnesiaärmeren Laugen des tieferen Horizontes mitgewirkt haben. Auch die Gliederungsverhältnisse des kieseritisch-carnallitischen Steinsalzes, des carnallitischen Hauptsalzes und des kieseritisch-sylvinischen Hartsalzes wurden schon in früheren Abhandlungen angegeben [2].

Im allgemeinen charakterisieren das kieseritische Steinsalz die in rezidiven Perioden auftretenden Schichtkomplexe dünner Kieserit- und Halitschichten und die zwischengelagerten, auf Kieserit verarmten mächtigeren Steinsalzbänke. Im kieseritisch-carnallitischen Steinsalz werden dagegen, bei stark zunehmendem Gehalt an Carnallit, die mit Steinsalz verwachsenen, periodischen Anhäufungen der Kieseritschnüre immer seltener, und es treten bereits stärkere Kieseritlagen auf. Im carnallitischen Hauptsalz ist schließlich, bei Gegenwart von Steinsalzbänken und Kieseritlagen, der Carnallitgehalt überwiegend. Das kieseritisch-sylvinische Hartsalzgestein charakterisiert häufig, den Schichtungsverhältnissen des carnallitischen Hauptsalzes entsprechend, die Wechsellagerung von Steinsalzbänken, Sylvinschichten und Kieseritschnüren.

Die carnallitischen Kalisalzlagerteile der Südharzgegend und in der Umgebung von Hannover sind dem Staßfurter Typus sehr ähnlich. Nur der Polyhalit-Halit fehlt, und dementsprechend ist auch die kieseritische Übergangszone sehr schwach ausgebildet. Dieses Verhältnis fand ich auch im Werke Neu-Mannsfeld (Wansleben). Die Unterschiede im kieseritischen

[1] Centralbl. f. Min. etc. 1918. 121—131.

[2] Über den anorganischen Aufbau der Staßfurter Salzablagerungen. Berlin. 1914. Kali. 1913. Heft 10 u. 20.

Steinsalz beschränken sich zumeist auf den Carnallitgehalt. Nimmt die Beimengung von Carnallit zu, so kann dieses Gestein als carnallitisch-kieseritischer Halit (carnallitischer Kieserit-Halit) bezeichnet werden. Auch die Unterschiede der kieseritisch-carnallitischen Halitlagerteile sind zumeist von rein quantitativer Natur.

Die sekundären Umwandlungsprodukte und Umwandlungsvorgänge des carnallitischen Hauptsalzes — die kieseritisch-sylvinischen Hartsalzlager inbegriffen — können in sieben Hauptgruppen eingeteilt werden:

1. Halitischer Kainit (Kainitit, Halit-Kainit).
2. Tachhydritisches Hauptsalz.
3. Kieseritisch-sylvinisches Hartsalz (Hartsalz, kieseritischer Sylvin-Halit und sylvinischer Kieserit-Halit).
4. Langbeinitisches Hartsalz (sylvinisch-kieseritischer Langbeinit-Halit).
5. Anhydritisch-sylvinisches Hartsalz (anhydritischer Sylvin-Halit).
6. Anhydritisch-carnallitisches Steinsalz (anhydritischer Carnallit-Halit und Halit-Carnallit).
7. Vertaubungen auf Kalisalze.

1. Der in den Kainithüten vorkommende Kainit kann nach den Schemata VAN'T HOFF's als hydrometamorphes Umwandlungsprodukt des Carnallits und Kieserits angenommen werden. Dementsprechend entstand das Kainititgestein (Halit-Kainit) aus dem carnallitischen Hauptsalz:

Carnallit
Kieserit
Steinsalz ➤ Kainit
Steinsalz

Hauptsalz ⟶ Kainitit.

An den Stellen, wo die hydrometamorphe Umwandlung weiter fortschritt, finden wir statt dem Kainit Schönit und Leonit:

Carnallit
Kieserit
Steinsalz ➤ Kainit
Steinsalz ➤ Schönit (Leonit)
Steinsalz.

Es haben bei diesen Umwandlungsvorgängen, außer der Temperatur und der Zeitdauer, hauptsächlich die Zusammensetzung der einwirkenden Laugen und der verschiedenen Schichtkomplexe mitgewirkt. In den kieseritreichen Lagerteilen trat die Schönitbildung, bei sonst gleichen Umständen, jedenfalls früher auf, als in den kieseritärmeren Schichten. Die sekundäre Einwirkung zirkulierender Laugen konnte jedoch, infolge des relativ hohen Chlormagnesiagehaltes, zumeist nur bis zur Kainitbildung gelangen. In den carnallitarmen und kieseritreichen Teilen tritt stellenweise auch der sekundäre Astrakanit auf:

Kieserit
Steinsalz ➤ Astrakanit.

Gegen das Ausgehende der Kainithüte nimmt der Polyhalitgehalt oft sehr bedeutend zu und wird schließlich der Hauptbestandteil des Lagers:

Anhydrit (Gips)
Kainit ➤ Polyhalit.

2. Der Tachhydrit ist ein häufiger Begleiter des carnallitischen Hauptsalzes. In großer Menge und weiter Ausdehnung kommt er jedoch nur im Tachhydrit-Hauptsalz, in der Umgegend von Halle a. S. vor. Infolge der Einwirkung chlorcalciumhaltiger Laugen wandelten sich hier bedeutende Mengen des Hangend-Carnallits in Tachhydrit um, wobei auch Sylvin entstand und der Kieserit in Anhydrit umgewandelt wurde[1]:

Carnallit		Tachhydrit
Kieserit	➤	Anhydrit
Steinsalz		Steinsalz.
Hauptsalz	➤	Tachhydritisches Hauptsalz.

3. Das kieseritisch-sylvinische Hartsalz (kieseritischer Sylvin-Halit, Kieserit % $<$ Sylvin $<$ Halit % und sylvinischer Kieserit-Halit, Sylvin % $<$ Kieserit % $<$ Halit %), von den Bergleuten einfach nur als Hartsalz benannt, kommt in den Kalisalzlagern sehr häufig vor. Die in Staßfurt (Berlepschwerk) auffindbaren typischen Schichtkomplexe des kieseritisch-sylvinischen Hartsalzes habe ich sowohl in einzelnen Lagerteilen der Südharzgegend, als auch in der Umgebung von Hannover und bei Halle a. S. (Wansleben) angetroffen. Die in der Tiefe erfolgte Entstehung des Hartsalzes konnte auf zwei Arten geschehen. Zuerst infolge thermaler Zersetzung des Hauptsalzcarnallits in Sylvin und Chlormagnesia, bei gleichzeitiger Auspressung des letzteren Bestandteiles (Entstehung von Bischofitnestern). Bei einseitig wirkendem Drucke, bzw. bei ungleichmäßigen Druckverhältnissen, trat die Schmelzung des Carnallits bereits wesentlich unter 167,5^{0} ein. Die Einwirkung der zirkulierenden Laugen führte an vielen Stellen zu weiteren Erniedrigungen der Schmelztemperatur, so daß die Zersetzung des carnallitischen Hauptsalzes, im Sinne der Angaben van't Hoff's als hydrothermal rückgängig erfolgte Umwandlung betrachtet werden kann:

Carnallit		Sylvin
Kieserit	➤	Kieserit
Steinsalz		Steinsalz.
Hauptsalz	➤	Hartsalz.

Auskeilende Polyhalitbänke im Hartsalz (Burbach) und die stellenweise bis zur Langbeinitbildung erfolgte sukzessive Umwandlung des Hauptsalzes bestätigen die vorausgesetzte Laugeneinwirkung. Wo jedoch die Hartsalzbildung sich bei größerem

[1] Földtani Közlöny. 1915. 305.

Chlormagnesiagehalt vollzog, als es den Existenzbedingungen des Polyhalits entsprach, oder wo nur eine rein thermale Zersetzung des Carnallits und Auspressung des freigewordenen Chlormagnesiums stattfand, dort blieb natürlich auch die Polyhalitbildung aus. Die Anwesenheit des Polyhalits ist demnach aus chemisch-genetischem Gesichtspunkte von großer Wichtigkeit. Das Vorkommen von Hartsalz im Hauptsalz und von eingeschlossenen Hauptsalzschichten im Hartsalzlager muß mit den statischen Druckverhältnissen der internen Laugenzirkulation und der stattgefundenen Pressungsvorgänge erklärt werden.

4. Die langbeinitische Umwandlung des ursprünglich carnallitischen Hauptsalzes (Hohenzollern) hängt jedenfalls mit dem Umstand zusammen, daß in Verbindung mit den örtlich stattgefundenen Niveauänderungen der einzelnen Lagerteile auch die Laugen der ursprünglich tiefer gelegenen Lagerteile, überhaupt chlormagnesiaärmere Laugen, in die Schichten des Hauptsalzes gelangten. Wo der Hauptsalzcarnallit teilweise abgepreßt wurde und der Kieseritgehalt verhältnismäßig stark zunahm, waren die Bedingungen der Langbeinitbildung (oft neben Sylvin und Kieserit) besonders günstig:

Kieserit
Carnallit (Sylvin) ➤ Langbeinit.

Im Horizonte des kieseritisch-carnallitischen Steinsalzes, unter dem Hartsalzlager, ist der sekundäre Langbeinit an vielen Stellen anzutreffen. Infolge des gesteigerten Chlormagnesiagehaltes hat indessen die Laugeneinwirkung auch in diesem Lagerteil zumeist bis zur langbeinitfreien Sylvin-Kieseritbildung geführt. Im Horizonte des kieseritischen Steinsalzes (Kieserit-Halit und carnallitischer Kieserit-Halit), bzw. unter den langbeinitischen Schichten, begegnen wir stellenweise auch den Salzen Vanthoffit und Loeweit. Polyhalit kommt sowohl in den langbeinithaltigen, als auch in den vanthoffit- und loeweithaltigen Lagerteilen vor, wogegen in den entsprechenden Lagern des kieseritisch-carnallitischen Steinsalzes und im carnallitischen Kieserit-Halit derselbe nicht anzutreffen war. An den Stellen, wo die Salze Vanthoffit, Loeweit und Langbeinit infolge thermaler Umwandlung der ursprünglich ausgeschiedenen, höher hydratisierten Sulfate und des Kainits entstanden sind, muß der anwesende Polyhalit als primär ausgeschiedenes Salz angenommen werden, da nach den Untersuchungen van't Hoff's die primäre Polyhalitbildung bis in das Kainitfeld hineinreicht. Erfolgte jedoch zuerst die carnallitisch-kieseritische Umwandlung, mag es infolge der Einwirkung einsickernder Mutterlaugen des fortschreitenden Eintrocknungsvorganges verursacht worden, oder durch das spätere Eindringen chlormagnesiagesättigter Laugen des zersetzten Carnallitgesteines entstanden sein, so müssen nicht nur die Salze Vanthoffit, Loeweit und Langbeinit, sondern

auch der beigemengte Polyhalit als hydrothermal sekundäre Umwandlungsprodukte angenommen werden. Auf dieselbe Art, wie die nicht carnallitischen Lagerteile in den Horizont der chlormagnesiagesättigten Laugen gelangten, konnten nämlich auch einzelne Teile der bereits carnallitischen Lagerteile in die Zirkulationsbahn chlormagnesiaärmerer Laugen des unteren Salz-Gipslagers geraten, wodurch die bereits mehrmals erörterte, in hydrothermal rückgängiger Richtung erfolgte Umwandlung der kieseritisch-halitischen und der carnallitisch-kieseritischen Gesteine zur Entstehung dieser sekundären Salze und in anhydritreicher Umgebung des sekundären Polyhalits führte:

Kieserit Steinsalz	➤	Vanthoffit. Loeweit.	Anhydrit Kieserit Carnallit (Sylvin)	➤ Polyhalit.

Gleichzeitig mit der Kainitisation des aufwärts gelangten Hauptsalzes erlitten stellenweise auch die bis zum Kainithut emporgedrungenen Teile des Hartsalzes eine ähnliche Umwandlung (*Hartsalzkainitit*):

Carnallit Kieserit Steinsalz	➤	Sylvin Kieserit Steinsalz	➤	Kainit Steinsalz.
Hauptsalz	➤	Hartsalz	➤	Hartsalzkainitit (Thanit).

Die Entstehung des *Thanits* (sylvinischer Hartsalzkainitit) liefert ein klassisches Beispiel jener Rückwandlungen, welchen die hydrothermal sekundär entstandenen Salze unterhalb ihrer Bildungstemperatur ausgesetzt sein können. Zu seiner Unterscheidung vom Hauptsalzkainitit, für welchen Everding den Namen Kainitit vorschlug, benenne ich daher den *carnallitfreien*, sylvinischen Hartsalzkainitit, nach weiland Prof. Karl v. Than, als *Thanit*. Der im unkainitisierten Hartsalz und Langbeinit stellenweise angetroffene geringe Kainitgehalt hängt offenbar mit jenem Umstand zusammen, daß geringe Mengen der wirkenden Laugen stellenweise auch nach dem Aufsteigen des Salzkörpers zurückblieben und bei den niedrigen Temperaturen (unter 83°) zur Kainitbildung führten.

5. Die *anhydritischen Sylvin-Halitgesteine* (anhydritisch-sylvinisches Hartsalz) kommen hauptsächlich im Südharzgebiet vor. Ihre Entstehung muß auf die Einwirkung chlorcalciumhaltiger Laugen zurückgeführt werden[1]:

Hauptsalz ➤ Hartsalz ➤ Anhydritischer Sylvin-Halit.

Die stellenweise bestandene Zwischenphase tachhydritischer Umwandlungsvorgänge war keinesfalls ausgeschlossen.

[1] Centralbl. f. Min. etc. 1917. 490—492.

6. Der anhydritische Carnallit-Halit und Halit-Carnallit (anhydritisch-carnallitisches Steinsalz) der Südharzgegend entstanden aus dem anhydritischen Sylvin-Halit infolge der nachträglichen Einwirkung chlormagnesiagesättigter Laugen [1]:

Anhydritischer Sylvin-Halit ➤ Anhydritischer Carn.-Halit
➤ Anhydritischer Halit-Carn.

7. In manchen Teilen der Hauptsalzlager tritt schließlich auch Vertaubung ein, indem der Carnallit seitlich abgepreßt wurde. Diese Lagerteile bestehen demnach hauptsächlich aus Steinsalz, mit etwas Kieserit und mit variierenden geringen Mengen des Carnallits. Entsprechende Vertaubungen finden wir demnach sowohl im Hartsalzlager, wie überhaupt in allen jenen Lagerteilen, die infolge der sekundären Umwandlung des Hauptsalzes entstanden sind.

Während die älteren Zechsteinkalisalzlager auf Grund des Staßfurter Hauptsalztypus, trotz der kleineren und größeren Abweichungen, einheitlich beurteilt werden können, weichen die Kalisalzlager der Werragegend, zwar ebenfalls den älteren Zechsteinsalzablagerungen angehörend, von diesem Typus sehr wesentlich ab [2]. In den liegenden Teilen der Werrakalisalzlager schied sich wahrscheinlich ebenfalls Kainit aus. Der Ausscheidungsprozeß gelangte jedoch, infolge wiederholter Überflutungen, weder im unteren, noch im oberen Kalisalzlager zur Ausbildung einer mächtigeren Hauptsalzablagerung. Dementsprechend konnte in den Werrasalzlagern weder die Einsickerung chlormagnesiagesättigter Laugen des fortgeschrittenen Eintrocknungsvorganges, noch die bei den Tiefenmetamorphosen vorausgesetzte Einwirkung des aus dem zersetzten Hauptsalzcarnallit ausgepreßten Chlormagnesiums zu wesentlicher Geltung gelangen. Der ausgeschiedene Kainit wandelte sich später, je nach dem Chlormagnesiagehalt anwesender Laugen, in langbeinithaltige und langbeinitfreie Gemenge des Sylvins und Kieserits um. Wo ein Teil der bei der Thermometamorphose des Kainits entstandenen Lauge im Lager stehen blieb, dort bildete sich beim Gelangen des Salzkörpers in niedrigere Temperaturzone der Kainit wieder zurück (Wintershall).

Bereits diese kurz zusammengefaßte Übersicht der Gliederungsverhältnisse und Umwandlungsvorgänge im älteren Zechsteinkalisalzlager läßt deutlich erkennen, welche Fülle lohnender Arbeit sich hier noch dem Geologen, dem Mineralogen und dem Chemiker darbietet.

(Eingegangen 9. September 1918.)

[1] Centralbl. f. Min. etc. 1917. 492.
[2] Zeitschr. f. anorg. Chem. 1914. 321—332

Über die Erhaltung der Färbung bei fossilen Molluskenschalen.

Von **Paul Oppenheim**.

(Schluß.

c) Zusammenstellung der von Deecke a. a. O. beobachteten Fälle von Erhaltung der Farbe.

„*Cyrtolites pharetra* Lindstr. Ob. Silur mit nach der Mündung zu verbreiterten dunklen Spiralbändern auf den Flanken.

Platyceras nobile Barr. Ob. Silur.

Platyceras repletum Barr. Ob. Silur, beide mit longitudinaler dunkler Streifung.

Pseudomelania coarctata Desl. in Hudleston. British Jurassic gastropods, mit feinen Querstreifen.

Undularia in mehreren Arten aus dem unteren alpinen Keuper, dem Esinokalk von Esino am Comer See, meist mit zum Umgange querstehenden dunklen Streifen. Unter diesen Formen hebt sich besonders *U. fimbriata* Stopp. hervor durch die wellenförmige Gestalt dieser Querbinden und deren an rezente Formen, z. B. Mitren, erinnernde randliche Verwaschung.

Natica lirata Phill. aus dem unteren Carbon von Belgien hat deutliche Spiralbänder.

Natica monstrum, N. fastosa, N. papilio u. a. aus dem Esinokalk zeigen teils sehr deutliche Spiralstreifen, teils spirale Strich- und Punktreihen, so daß gerade bei diesen Arten die Färbung schon vor 40 Jahren auffiel.

Naticopsis neritacea Münst. mit spiralen Punktstreifen, ebenso *N. subelongata* d'Orb., ferner *N. Telleri* Kittl mit radialen Streifen und dreieckigen Farbflecken, *N. cassiana* Wissm. mit dunklen welligen Querlinien und *Onchochilus globulosus* Kl. — alle aus der Cassianer Fauna und abgebildet von Laube und Kittl (Annalen des Kaiserl. Hofmuseums in Wien. XII. 1892. Taf. 6—8). Abweichend ist *Natica argus* Kittl. die dunkle Punkte an der Spiralwand zeigt.

Natica millepunctata L. aus dem Miocän des Wiener Beckens und demgemäß aus allen gleichaltrigen und jüngeren mediterranen Schichten.

Marmolatella planoconvexa Kittl aus dem deutschen Muschelkalk (Muschelkalk von Niederbronn, Unterelsaß) besitzt zerstreute große dunkle Flecken. Im Kimmeridge von Boulogne-sur-Mer fand Pellat *Nerita transversa* Seeb. ebenso wie in den gleichen Schichten von Hannover mit spiralen Strichlinien erhalten und ferner *N. Micheloti* Lor. mit breiten spiralen Bändern.

Neritina in fast sämtlichen Arten vom Eocän bis zur Jetztzeit, und zwar mit prächtigen Zeichnungen aus den Sanden des Pariser, aus den Schichten des Mainzer Beckens, speziell aus den

brackischen Cerithienkalken von Weißenau und Kurve bei Mainz, ferner aus dem Miocän des Wiener Beckens usw. Wir können dabei zwei Typen unterscheiden, von denen der eine (*N. Gratcloupcaui* von Wien) ein dunkles Netzwerk mit hellen Flecken aufweist, der andere dunklere, feinere Querstreifen besitzt (z. B. *N. picta* Fer. von Wien). Beide Typen gehen durch das ganze Tertiär hindurch. Deshayes gibt gute Bilder davon, auch Sandberger aus dem Mainzer Becken. Oft sind die in Tonen liegenden Exemplare lebhafter gefärbt und haben den Glanz der Deckschicht bewahrt.

Conus Mercati Broochi und *C. Berghausi* Mich. aus dem Wiener Miocän tragen wie viele rezente Arten (*C. millepunctatus*) spirale Punktreihen, andere Arten der Gattung haben spirale Binden, z. B. *C. Dujardini* aus dem Miocän, *C. Deshayesii* aus dem Tortoniano von Montegibbio.

Voluta spinosa Lam. im Grobkalk von Grignon bei Versailles ist oft sehr deutlich mit rotbraunen spiralen Strichlinien erhalten, was auch Cossmann in der Paléontologie comparée abbildet.

Fusus intermedius aus dem Miocän von Lapugy in Siebenbürgen zeigt braune Querstreifen.

Cypraea leporina Lam. und *C. globosa* Duj. aus dem Wiener Tertiär sind durch die bei rezenten Arten so häufigen, oft innen helleren, also augenartigen Flecken gekennzeichnet, nach Art der *C. argus* L.

Neuerdings kam mir aus dem Tortoniano von Montegibbio eine *Tereba tuberculifera* Dod. in die Hände, welche wie die rezenten das mittlere, helle, spirale Band und dunklere Knoten an den Nähten besaß, wobei der Glanz erhalten geblieben war.

Helix hat mit vielen Arten, wovon Sandberger's Monographie der fossilen Land- und Süßwasserconchylien eine gute Übersicht gibt, die bekannten drei, mitunter fünf dunklen Spiralbänder konserviert, so daß man darnach unter Umständen sogar die fossilen Arten trennt. Beispiele sind *H. sylvana*, *H. Moguntina*, *H. Turonensis* usw.

Weit kümmerlicher ist die Ausbeute bei den Lamellibranchiaten. Ich kenne von älteren Arten nur die mit braunen radialen Streifen versehenen *Exogyra columba*-Individuen des böhmischen Unterquaders. Ferner haben die rezenten Pecten eine Färbung durch hellere und dunklere Anwachsstreifen, was sich bei tertiären, ja mesozoischen Arten wiederholt und meiner Ansicht nach etwas Primäres, nicht durch die Erhaltung Bedingtes darstellt; das gleiche gilt von fossilen Tellinen. *Pecten orbicularis* mit gewinkelten Farbbändern bildet Noetling aus den westpreußischen Cenomangeschieben ab. Die tertiären Cythereen besitzen in hellen und dunklen Anwachsstreifen Reste von Farben, wenn gleichzeitig der firnisartige Glanz erhalten blieb.

Unter den Brachiopoden ist mir bisher nur die anfangs erwähnte Färbung der *Terebratula vulgaris*, mit zarten bräunlichen Radialstreifen, aus dem Muschelkalk Badens vor Augen gekommen. Ich habe die Monographie von Davidson noch einmal durchgenommen und kein zweites Beispiel aus älteren Schichten gefunden, dagegen mehrfach ähnliche Angaben über *T. vulgaris*. Benecke hat also sehr recht, wenn er darauf besonders hinwies. Auch im oberen Hauptmuschelkalk des Dinkelbergs bei Basel treten an dieser Art die Radialstreifen bisweilen auf.

Vielleicht ist bei dem *T. carnea* des Senons noch eine ursprüngliche Färbung enthalten, da sie in der weißen Kreide recht häufig diese Töne, die ihr den Namen gaben, aufweist. Ich glaube dasselbe von der *T. grandis* aus dem Oberoligocän von Bünde, weil dort in gleicher Weise die Pectiniden eine an die heutigen gelben bis rötlichgelben Spezies recht nahe herankommende einheitliche Schale besitzen [1]."

d) Zusammenstellung der dem Verfasser außerdem bekannt gewordenen Fälle von erhaltener Farbe bei fossilen Mollusken.

A. Pliocän.

Marginella auris-leporis Brocc. Orciano bei Pisa. Coll. Oppenheim.
Schalen mit gelbbrauner Grundfarbe und dunkelbraunen Längsstriemen.

Terebratula ampulla Brocc. Castelarquato (Buroni di Montezago). Coll. Oppenheim.
Die Gesamtfarbe ist bräunlich, darauf stehen große dunkelbraune Flecken von mehr oder weniger kreisförmiger Gestalt, etwa so, wie sie Suess von *Waldheimia picta* angibt.

Phasianella pullus L. (Sacco, I Moll. Terr. Terz. del Piemonte. XXI. p. 5. Taf. I Fig. 5—6.)
„Il colore è parzialmente conservato e mostra predominare la punteggiatura tipica ed èsser meno frequenti le varietà affiné alla varietà flammulata B. D. D. o zig-zag Montrs."

Turbo (Leptothyra) sanguinea L. (Sacco, a. a. O. p. 6, Taf. I Fig. 9). Europ. Neogen.
„Gli esemplari conservano ancora in parte il colorito rosso."

---

[1] Während der ziemlich beträchtlichen Spanne Zeit, die seit dem Abschlusse der vorliegenden Untersuchung verstrichen ist, hat der Aufsatz Deecke's eine recht eingehende Besprechung durch Leidhold erfahren (Naturw. Wochenschrift, 1918, No. 6 [10. Febr. 1918], p. 84—86). Es werden hier an mir bisher unbekannten Vorkommnissen mit Farben hinzugefügt: *Phasianella panormitana* Gemmellaro aus dem Tithon von Sicilien, *Oncochilus chromaticus* Zitt. und *O. Neumayri* Zitt. aus demjenigen von Stramberg; dazu allerlei neue Vorkommnisse aus der Klasse der Brachiopoden. Der Aufsatz, auf welchen ich im einzelnen verweise, enthält sonst in theoretischer Beziehung keinen neuen Erklärungsversuch.

Turbo (Cantrainea) mamilla Andrz. var. *minor* Seg. (Sacco, a. a. O. p. 7, Taf. I Fig. 13). Europ. Neogen.

„*Testa minor*, rosea vel subrufa."

Trochus Brocchii May. var. *perpicta* Sacco (a. a. O. p. 25, Taf. III Fig. 15). Europ. Neogen.

„Flammulae pernumerosae, perpropinquae, passim zig-zag dispositae."

Clanculus corallinus Gmelin (Sacco, a. a. O. p. 21, Taf. III Fig. 1). Europ. Neogen.

„Molti esemplari conservano ancora resti più o meno evidenti della coloritura". Die rote Färbung dieser heute noch häufigen Form ist in den meisten Neogenabsätzen erhalten.

Turbo versicolor Gmelin[1]. Java.

„Der Grundton des Gehäuses ist violett. Bänder verschiedener Breite ziehen sich quer darüber hin; sie sind hell gefleckt, und jeder Flecken ist durch einen dunkelvioletten, fast schwarzen Rand begrenzt. Dadurch heben sich die dunklen Querbänder sehr deutlich von der Oberfläche der Schale ab. Bei einem Individuum befindet sich ein breiter, weißer Streifen auf der Mitte der Schlußwindung."

Trochus radiatus Gmelin[2]. Java.

„Die Schale zeigt auf weißem Grunde jene roten, unregelmäßigen Längsflecken, welche sich der Länge nach über die Umgänge hinziehen."

Nerita Rumphi Recluz[3]. Java.

„Die Oberfläche der . . . Schale ist auf schwärzlichem Grunde perlgrau gefleckt. Die Embryonalwindungen sind schmutziggelb gefärbt, die Mundöffnung, mit Einschluß der abgeflachten Spindel, ist weiß."

Oliva Tjidamarensis Mart.[4] Java.

„Die Schale war auf hellerem Grunde unregelmäßig braun gefleckt und über den Rücken zieht sich ein helleres Band bis zur Mitte der Spindel."

Oliva Jenkinsi Mart.[5] Java.

„Die Schale war dunkel gefärbt."

Cypraea arabica L.[6]
„ *lynx* L.[7] } Färbung wie bei der lebenden Art. Java.

---

[1] Vgl. Martin, Die Tertiärschichten auf Java. p. 70. Taf. XII Fig. 5.
[2] Martin, a. a. O. p. 72. Taf. XII Fig. 16.
[3] Martin, a. a. O. p. 84. Taf. XIII Fig. 19.
[4] Martin, a. a. O. p. 18. Taf. III Fig. 7.
[5] Martin, a. a. O. p. 18. Taf. III Fig. 6.
[6] Martin, a. a. O. p. 22. Taf. IV Fig. 4.
[7] Martin, a. a. O. p. 23. Taf. IV Fig. 8.

Nerita Ajidamarensis MART.[1] Java.

„Die Schale ist auf schmutzig-gelbem Grunde unregelmäßig braun gefleckt, und diese Flecken sind wohl zweifellos unverletzte Farbenreste, während die Grundfärbung eine andere, vielleicht weiße, gewesen sein mag."

Natica Powisiana RÉCLUZ[2]. Java.

„Die glänzende Oberfläche ist mit Zuwachslinien dicht bedeckt und zeigt Farbenreste, welche auf eine jenen Linien entsprechende Streifung hinweisen" (a. a. O. p. 264).

Nerita chamaeleon L.[3] Java.

„Unvollständige Spiralbänder, von denen eins die Mitte der Schale einnimmt und von einer doppelten Fleckenreihe gebildet wird."

Neritina brevispina LK.[4] Java.

„Auf grauem Grunde dicht weißlich gefleckt und mitunter mit einem lichten Spiralbande versehen."

Alt-Miocän bis Oberoligocän.

Nerita Ickei MARTIN[5]. Java.

Neritina jogjacartensis MART.[6] Java.

Herr Prof. Dr. K. MARTIN, der mich auf meine Anfrage hin auf diese von ihm geschilderten Vorkommnisse gefärbter Fossilien auf Java aufmerksam machte, teilte mir außerdem mit, daßer auch in den Tjilanangasschichten Versteinerungen mit schönen Farbenresten gefunden habe.

Miocän (soweit nicht anders bemerkt, aus dem Wiener Becken).

Astarte cf. *solidula* var. *radiatella* SACCO (Moll. Terr. terz. del Piemonte. XXVII. 1899. p. 26, Taf. VI Fig. 35—37). Miocän des Piemont.

„Radiatim zonis, lineis vel lineolis albidis ornata."

Mitra goniophora BELLARDI[7].

„Die Farbenzeichnung besteht aus einem helleren, mit violetten Flammen gezeichneten Bande, während zahlreiche, aus mehr oder weniger starken Strichpunkten gebildete Querlinien den übrigen Teil der Schale bedecken."

Ancillaria glandiformis LK. R. HOERNES u. AUINGER, a. a. O. p. 55, Taf. VII Fig. 1—2.

---

[1] MARTIN, a. a. O. p. 84. Taf. XIII Fig. 20.

[2] MARTIN, Die Fossilien von Java. p. 263. Taf. XXXIX Fig. 633—37.

[3] MARTIN, a. a. O. p. 272. Taf. XL Fig. 654—55.

[4] MARTIN, a. a. O. p. 273. Taf. XL Fig. 657—59.

[5] Die altmiocäne Fauna des West-Progogebirges auf Java. Samml. d. geol. Reichsmus. in Leiden. N. F. 2. Heft 6. 1916. p. 258.

[6] a. a. O. p. 259.

[7] HOERNES und AUINGER, Die fossilen Mollusken der ersten und zweiten Mediterranstufe. p. 78. Taf. VII Fig. 9.

Ancillaria obsoleta Brocc. R. Hoernes u. Auinger, a. a. O. p. 56, Taf. VII Fig. 3.

Ancillaria austriaca R. Hoern. R. Hoernes u. Auinger, a. a. O. p. 55, Taf. VII Fig. 4.

Bräunliche Töne in allen Nuancen. Bei den Ancillarien ist übrigens allgemein, und zwar schon vom Eocän an, das nicht mit Schmelz versehene Band gefärbt.

Cypraea Neugeboreni R. Hoern. Hoernes u. Auinger, a. a. O. p. 60, Taf. VII Fig. 5—6.

Cypraea Duclosiana Bast. Hoernes u. Auinger, a. a. O. p. 61, Taf. VII Fig. 7—8.

Mitra ebenus Lk. Hoernes u. Auinger, a. a. O. p. 82, Taf. VII Fig. 10—14.

Columbella curta Duj. Hoernes u. Auinger, a. a. O. p. 93, Taf. VII Fig. 15—20.

Columbella Wimmeri R. Hoern. Hoernes u. Auinger, a. a. O. p. 104, Taf. VII Fig. 21—23.

Aus dem Mittelmiocän von Lycien liegt mir ein neuer *Trochus* und eine neue *Phasianella* mit erhaltener Färbung vor, welche in einer Monographie des Neogens von Kleinasien in der Zeitschr. d. D. G. G. 1918 Beschreibung finden werden; ebenso aus dem Obermiocän von Denislii in Phrygien eine neue *Neritina*, *N. Bukowskii*, von welcher ich zahlreiche, bereits gezeichnet vorliegende Abbildungen geben werde. Ich verweise hier ausdrücklich auf die betreffenden Stellen in dieser im Druck befindlichen Arbeit. Die Neritinen sind im ganzen Tertiär übrigens stets, die Naticiden häufig mit reichen Farben versehen.

Trochus (Oxystele) Amedei Brongt. (Sacco, a. a. O. XXI. p. 27, Taf. III Fig. 20.) Medit. Neogen.

„Talora appaiono ancora macule longitudinali rossigne."

Trochus (Oxystele) patula Brocc. (Sacco, a. a. O. p. 29, Taf. III Fig. 29.) Medit. Neogen.

„Alcuni esemplari conservano assai bene una tinta rossigna assai spiccata."

Congeria amygdaloides Dunker sp. aus dem Obermiocän von Unterkirchberg bei Ulm mit unregelmäßigen, wellenförmigen braunen Bändern auf weißem Grunde verziert [1].

Cerithium pictum Bast.

„Rötlichbraune Bänder, welche längs der Achse der Schale schief herablaufen. Meist sind nur die Knoten gefärbt, während die Zwischenräume weiß erscheinen" (M. Hoernes, Foss. Moll. des Wiener Beckens. I. p. 395.)

[1] Vgl. F. Sandberger, a. a. O. p. 484.

Cerithium rubiginosum Eichw.

„Umgängen, welche mit einer zwei- bis vierfachen Reihe intensiv rotgefärbter Knoten besetzt sind“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 396).

Cerithium nodoso-plicatum M. Hoernes.

„An den Exemplaren vom Kienberge zeigen sich noch Spuren von Farben; die untere Knotenreihe ist gelblichbraun, während die obere weiß erscheint“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 397).

Phasianella Eichwaldi M. Hoernes.

„Die ganze Schale ist mit schiefstehenden, parallelen braunen Linien bedeckt, die fast an allen Exemplaren deutlich erkennbar sind“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 430, Taf. 44 Fig. 1 a—d).

Trochus pictus Eichw.

„An den Wiener Exemplaren, namentlich an denen von Wiesen, sind häufig die Farben erhalten; es sind rötlich und weiß gefärbte Streifen, die von schiefen, geflammten, rötlichen Längsstreifen durchsetzt werden“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 456).

Monodonta angulata Eichw.

„An den Wiener Exemplaren sind häufig noch die Farben erhalten; auf einem gelblichbraunen Grundtone bemerkt man weiße flammenartige Zeichnungen, die von den Nähten ausgehen“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 439, Taf. 44 Fig. 9—10).

Trochus Orbignyanus M. Hoernes.

„Die meisten vorliegenden Exemplare zeigen noch Farbenspuren: es sind weiß und braun moirierte Bänder auf gelblichbraunem Grunde“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 451. Taf. 45 Fig. 5 a—d).

Trochus Celinae Andrz.

„An den meisten Exemplaren, die mir vorliegen, bemerkt man Farbenspuren, deren Zeichnungen aber sehr wechseln; eine auffallende Farbenerscheinung zeigt sich bei dem unter Fig. 4 gezeichneten Exemplare. Es sind ziemlich große, gelblichbraune, rhomboidale Flecken auf weißem Grunde“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 450, Taf. 45 Fig. 4 a—d).

Trochus turricula Eichw.

„An den meisten Exemplaren sind noch die Farben erhalten, die durch Befeuchten noch mehr hervortreten; es sind rötlichbraune, breite Flecken auf weißem Grunde“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 452, Taf. 45 Fig. 6 a—d).

Trochus quadristriatus Dub.

„An einigen Exemplaren von Billowitz sind noch Farbenspuren zu sehen; es sind rötlichbraune, geflammte Längsstreifen auf gelbem Grunde“ (M. Hoernes, a. a. O. p. 457, Taf. 45 Fig. 11).

Trochus Poppelacki PARTSCH.

„An den Exemplaren von Wiesen sind häufig die Farben erhalten; es sind gelbbraune, geflammte Längsstreifen auf weißem Grunde“ (M. HOERNES, a. a. O. p. 449, Taf. 45 Fig. 3).

Eulima subulata DON.

„Auch an den Wiener Exemplaren bemerkt man, wie bei den italienischen, mit denen sie vollkommen übereinstimmen, Spuren von farbigen Querbinden an den Umgängen“ (M. HOERNES, a. a. O. p. 547).

Trochus (Oxystele) rotellaris MICHTI. Stazzano etc.

„Nella regione basale e periferica talora appaiono macule grigie irregulari che talvolta si estendono anche superiormente, per lo più in modo raggiato-obliquo“ (SACCO, I Moll. Terr. Terz. del Piemonte. XXI. p. 27). Exemplare, welche ich selbst in Stazzano sammelte, zeigen braunrote Binden auf der Grundfläche, zumal an dem randlichen Teile.

Turritella turris BAST.

Exemplare, welche ich von Lapugy besitze, zeigen alle Übergänge von dem wohl ursprünglichen Tiefschwarz über ein lichtes Braun zu gänzlich farblosen, d. h. weißen, Schalen. Die Type dürfte wohl im lebenden Zustande etwa die Färbung der ihr auch sonst so nahestehenden rezenten *T. communis* RISSO besessen haben, wenn sie auch wahrscheinlich etwas dunkler war und dadurch vielleicht noch mehr an die westafrikanische *T. ungulina* L.[1] (= *T. fuscata* LK.) erinnert. M. HOERNES (Foss. Moll. des Wiener Beckens. I. p. 420) erwähnt noch nichts von Färbung.

Rotella mandarinus P. FISCHER (Journ. de Conchyl. 1869. [XVII.] p. 428 Taf. 13 Fig. 5), Cabrières b. Cucuron (Vaucluse).

Braune Längsstreifen auf lichtbräunlicher Grundfarbe (M. Sammlung).

Turbo (Bolma) rugosus L.

Ich besitze junge Stücke von Kostej in Siebenbürgen, welche noch die grau-rötliche Färbung der lebenden Mittelmeerart erkennen lassen. Vgl. M. HOERNES, a. a. O. I. p. 432, Taf. 44 Fig. 2—3, wo in Fig. 3 ähnliche Jugendstadien dargestellt werden, während von dem Vorhandensein der Farbe nichts erwähnt wird.

Bulla clathrata DEFR.

„Das Bezeichnendste dieser Art ist die merkwürdige Farbenzeichnung, die man an manchen Exemplaren beobachtet, nämlich weiße schmale Längs- und Querstreifen auf dunkelbraunem Grunde“ (M. HOERNES, a. a. O. I. p. 624, Taf. 50 Fig. 8 a, b).

---

[1] REEVE, Conch. iconica. V. 1849. *Turritella* Taf. I Fig. 1.

Mittelmiocän von Hemmoor bei Stade (untere Elbe).

Die reiche Fauna dieses norddeutschen Vorkommnisses wird auf meine Anregung hin augenblicklich von Herrn F. Kautsky bearbeitet und dürfte die Monographie, deren Manuskript vorliegt, in absehbarer Zeit erscheinen. Es fanden sich hier an Schalen mit erhaltener Färbung:

Nassa (Dorsanum) boreobaccata Kautsky.

Unmittelbar hinter den vier die Grundfläche bedeckenden Spiralstreifen ein ziemlich breites, tief schwarzbraun gefärbtes Farbenband.

Solariella Caeciliae Kautsky.

Die Schale selbst ist hell gelblichbraun; auf ihr ziehen sich braune Farbbänder von Naht zu Naht, teils in der Richtung der Anwachsstreifung, teils auch im lebhafteren Bogen verlaufend.

Corbulomya complanata Sow. (Nyst: Coq. foss. de Belgique. p. 59, Taf. II Fig. 2).

Mit Ausnahme der Wirbelregion in größerer oder geringerer Ausdehnung über die Schale braun gefärbt. Meist ist die Färbung nur am Hinterrande parallel zu den Anwachsringen erhalten, nur wenige Stücke sind in ihrer ganzen Ausdehnung farbig.

Oligocän.

Congeria Brardii Faujas sp. Aus dem Mainzer Becken mit dunkelgrauer Färbung der Anwachsringe [1].

Trochus sp. cf. *Boscianus* Brongt. Sangonini. Ob. Tuffe [2].

Ganz schwarz, mit einzelnen dunkleren Striemen.

Turritella asperula Brongt. Ebendaher.

Von Naht zu Naht verlaufen und heben sich von der helleren Grundfarbe deutlich ab einzelne dunkle Längsbänder, die im Sinne der Anwachsstreifen gekrümmt sind und durch farblose Zwischenräume von 3—4 mm Breite getrennt werden. Die Type erinnert stark in dieser ihrer Färbung an die rezente *T. tigrina* Kien. des kalifornischen Golfes [3].

Natica (Ampullina) auriculata Grat. Ebendaher.

Schwärzliche Zickzacklinien, die weißliche Flecken einschließen, verlaufen dicht gedrängt in der Richtung der Anwachsstreifen über die Schale.

Harpa submutica d'Orb. Ebendaher.

Schwärzliche Spiralen, zu 2—3 vereinigt und durch farblose Zwischenräume getrennt, liegen nur auf den erhabenen Längsrippen, während die Tiefen frei von Farbe sind. Es

[1] F. Sandberger, Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. p. 557. Taf. 31 Fig. 5—5c.

[2] Soweit nichts anderes vermerkt wird, liegen die betreffenden Stücke in meiner Sammlung.

[3] Reeve, Conchologia iconica. V. 1849. *Turritella* Taf. III Fig. 8.

liegt also hier hinsichtlich der Skulptur gerade das Gegenteil von dem vor, was DEECKE voraussetzt. Eine ganz ähnliche Farbengebung besitzt die rezente *H. articulata* LK. der Philippinen [1].

Cerithium, anscheinend n. sp. Ebendaher.

Diese bis 45 mm erreichende, also ziemlich große, mit gestachelten Knoten versehene Form vom Typus des *C. vulgatum* BRUG. ist gleichmäßig schwarzblau gefärbt, wobei die Färbung ohne erkennbaren Unterschied sowohl an den erhabenen Knoten als an den tiefer liegenden Spiralen haftet.

Cerithium Ighinai MICHELOTTI. Ebendaher.

Die schwärzliche Färbung ist etwas matter als bei den übrigen Formen des Fundorts, doch sind auch hier gerade die hervortretenden Teile, die Wülste und die Spiralen der Grundfläche stärker gefärbt.

Eburna Caronis BRONGT. Unteroligocän des Vicentino.

BAYAN gibt (Études I, p. 53) ein Exemplar mit Farben von dieser Art an. Diese sollen an diejenigen von *Natica millepuncta* erinnern, also anscheinend genau so sein wie bei den rezenten *Eburna*-Arten.

Natica Garnieri BAY. Allons (Basses-Alpes).

Verwaschene braune Längsstreifen auf gelblichem Grunde.

Cypraea splendens GRAT. Gaas (Landes).

Von 6 mir von diesem Fundpunkte vorliegenden Stücken hat nur das eine den sehr lebhaften Glanz der ursprünglichen Schmelzschicht, eine gelbbraune Farbe und kleine rötliche Flecken, zumal in der Nähe der Spira.

Eocän.

Cryptochorda stromboides HERM. Pariser Becken.

Die Type ist lebhaft maronenbraun, nur der Schwielenbelag auf der Columella mehr oder weniger weiß. COSSMANN macht in seinem Kataloge (Cat. ill. IV. p. 192) bereits auf diese Verhältnisse aufmerksam.

Phasianella princeps DEFR. Eocän des Cotentin.

Gefärbte Stücke dieser Art sind in Fresville nicht selten, ich besitze deren eine ganze Anzahl und wundere mich, daß COSSMANN und PISSARRO [2] dieser Eigentümlichkeit nicht Erwähnung tun. Die Färbung besteht in gebrochenen, dünnen, rotbraunen Längslinien, die von Naht zu Naht herabziehen und durch Zwischenräume von etwa 6—8facher Breite getrennt werden.

Cryptoconus lineolatus LK. sp. Pariser Becken, zumal Grignon.

Sehr regelmäßige Reihen rötlicher Flecken auf den Spiralen. Die Färbung, welche sich hauptsächlich an den Stücken von

[1] Vgl. REEVE, Conch. iconica. I. London 1843. *Harpa* Taf. II Fig. 4.

[2] Faune éocènique du Cotentin. p. 249. Taf. XXVI Fig. 36—37, Taf. XXVII Fig. 3.

Grignon und benachbarter Fundpunkte erkennen läßt, war schon Deshayes bekannt[1].

Pseudoliva obtusa Lk. Pariser Becken, U.—M.-Eocän.

Ich besitze ein Stück aus dem Grobkalke von Réquiécourt (Eure), welches breite, schwarze Längsbänder zeigt. Auch die Columellarschwiele ist schwärzlich gefärbt.

Velates Schmidelianus Chemn. Pariser Becken, Untereocän.

Von lichtbrauner, glänzender Färbung mit dunkleren Flammen und Striemen. Im einzelnen sehr wechselnd: oft sind die dunkleren Einsprengungen wirr und ordnungslos verteilt; gelegentlich ordnen sie sich in Spiralbändern an, wobei aber die gleichmäßige Grundfarbe das Ganze deckt: an einzelnen Individuen tritt zwischen den dunkel geflammten Spiralen ein Band von weißlicher Farbe auf. Es ist recht auffällig, daß die Vorkommnisse der alpinen Nummulitenformation im allgemeinen keine Spur aller dieser reichen Farben zeigen, die ihrerseits doch in den Sanden von Cuise des Pariser Beckens überall eine häufige und bekannte Erscheinung bilden; auch von Roncà, wo die Erhaltung der Färbung so häufig ist. und zwar nicht nur in den Tuffen, sondern auch in dem sie bedeckenden, mehr oder weniger reinen Kalke, kenne ich keinen gefärbten *V. Schmidelianus*. Mir fehlt jede Erklärung für diese seltsame Erscheinung.

Clavilithes pachyraphe Bay.[2] Roncà, Kalk.

Bayan gibt (Études I, p. 50) von dieser seltenen Art des obereocänen Roncà-Kalkes an, daß ihre Färbung in welligen schwarzen Linien bestände, ähnlich denjenigen, welche an *Fusus nicobaricus* Chemn. und *F. polygonoides* Lk. zu beobachten seien.

Voluta Bezançoni Bay. Roncà, Kalk.

„Coloration paraissant avoir été fort analogue à celle de la *V. hebraea*, Linné, et ayant pour trait principal deux bandes foncées, l'une à peu de distance de la carène, l'autre voisine de la partie antérieure“ (Bayan, Études I, p. 56).

Strombus (Oncoma) Fortisi Al. Brongn. Roncà, Tuff.

„La coloration, qui consiste en une série de ponctuations noires régulières sur un fond blanchâtre, n'a rien d'analogue dans ce que nous connaissons dans la famille des Strombidées“ (Bayan, Études I, p. 48). Diese Punkte und Flecken sind häufig in Zickzackbinden angeordnet, z. B. bei einem Exemplare der Berliner Sammlung, welches fast gänzlich ohne Spiralskulptur und ohne Kiele und Zacken ist und von mir sowohl auf der Etikette der Sammlung als in einem den venetianischen Tertiär-

[1] An. s. vert. III. p. 409.

[2] F. Bayan, Mollusques tertiaires. Études faites dans l'École des Mines sur des fossiles nouveaux ou peu connus. I. Paris 1870. II. Ebendort 1873.

mollusken gewidmeten, leider liegengebliebenen Manuskripte als var. *Beyrichi* bezeichnet wurde.

Cerithium Atropos BAY. Roncà, Kalk.

„Coloration: Les trois cordons de granules sont teintés en noir“ (BAYAN, Études I, p. 34).

Cerithium rarefurcatum BUG. (Études I, p. 38, Taf. IV Fig. 4). Roncà, Kalk.

„Enfin toute la coquille est ornée de linéoles rougeâtres très-tenues et très-rapprochées“.

Bayania Stygis BRONGT. sp. Roncà, Tuff.

Dichtgedrängte grauviolette Spiralen, die durch Einschnitte in unregelmäßige, schmale Rhomben aufgelöst werden. Vgl. meine Abbildung in Z. d. d. g. G. 1894, Taf. XXVII Fig. 1 a—b.

Melanatria auriculata v. SCHLOTH. Roncà, Tuff.

Unregelmäßige Striche und Punkte von dunkelbrauner Farbe, spiral über den Umgang verlaufend, gelegentlich undeutlich zu Längsbinden angeordnet. Vgl. meine Abbildung, ebenfalls Z. d. d. g. G. 1894, Taf. XXVII Fig. 6—8, besonders Fig. 7.

Nerita circumvallata BAY. Roncà, Kalk, Mt. Postale.

„Une série de taches rougeâtres, disposées comme dans la *N. Rumphi* RÉCLUZ“ (BAYAN, Études I, p. 20). Dazwischen auch einzelne farbige Anwachsstreifen.

Natica (Ampullina) perusta BRONGT. Roncà, Tuff, und Pizke bei Gran in NW-Ungarn.

Dunkle Spiralbänder und violette Längsbinden. Vgl. ZITTEL[1], a. a. O. p. 380, Taf. III Fig. 1 a—d.

Natica (Ampullina) parisiensis D'ORB. Roncà, Tuff.

Schwarze Längsstreifung, die gelegentlich in einzelne Flecken zerlegt ist.

Natica Pasinii BAY. Roncà, Tuff.

Schwarze Längsstreifen auf weißer Grundfarbe: doch sind auch ganz schwarze Exemplare vorhanden.

Trochus Bolognai BAY. Roncà, Kalk.

„On distingue sur les tours des lignes longitudinales de couleur foncée, très-ténues, largement espacées, qui commencent à la suture pour disparaître près des tubercules; les intervalles de ces lignes sont occupés par trois ou quatre lignes semblables aux premières, mais moins foncées et encore plus fines: Les quatre stries principales de la base sont ponctuées de couleur foncée“ (BAYAN, Études I, p. 15). Die Färbung ist noch weit verwickelter, als BAYAN angibt; die sekundären Streifen zwischen den Hauptlinien sind vielfach gebogen und geschläugelt; sie anastomosieren gelegentlich untereinander und mit den Haupt-

---

[1] Die obere Nummulitenformation in Ungarn. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Math.-nat. Kl. XLVI. 1862. p. 353 ff.

linien, so daß eine sehr eigenartige, sicher ursprüngliche Ornamentik entsteht.

Congeria eocaenica Mun.-Ch. Eocän von NW-Ungarn (Dorogh etc.). Weißliche Spiegel in brauner Grundmasse. Vgl. Z. d. d. g. G. XLIII. 1891. p. 953, Taf. LI Fig. 8a—f.

Congeria euchroma Opph. Eocän vom Mt. Pulli b. Valdagno, Vicentino. „Die prachtvoll erhaltene Färbung ist licht bräunlich mit weißer Unterfarbe; eine Reihe von schwarzen Tupfen treten am Außen- und Hinterrande auf, wodurch weißliche, zickzackförmige, manchmal halb verwaschene Bänder daselbst gebildet werden.“ Das Weiß hat oft „gelblichen Anflug“ (Z. d. d. g. G., a. a. O. p. 954, Taf. LI Fig. 5—6).

Trochus Raffaëli M.-Eym. Mt. Postale.

„An dem abgebildeten Stücke sind Reste der ursprünglichen Färbung zu beobachten; schwarze Längsbänder von beträchtlicher Breite, welche durch schmälere Zwischenräume geschieden werden und von welchen die letzte Windung 10 trägt“ (Oppenheim in Palaeontogr. XLIII. 1896. p. 164, Taf. XVIII Fig. 13).

Cerithium (Bellardia) palaeochroma Bay. Mt. Postale.

„Flammules rougeâtres irrégulières; quelques échantillons ont de plus des linéoles de même couleur; d'autres ne présentent qu'une fascie rougeâtre étroite coincidant avec l'arête qui marque la ligne des tubercules“ (Bayan, Études I, p. 35). Es ist dies letztere der „rote, erhabene Streifen“, den ich selbst (Palaeontogr. XLIII. p. 182) angebe.

Rostellaria postalensis Bay. Mt. Postale.

„Einige Exemplare zeigen Färbung, braune Tüpfeln von unregelmäßiger Größe und Gestalt, auf gelblichem Grunde, im wesentlichen auf den Hinterrand jedes einzelnen Umganges konzentriert“ (Oppenheim in Palaeontogr. XLIII. p. 193, Taf. XVII Fig. 2—3). Diese Färbung ist a. a. O. Fig. 3 sehr charakteristisch wiedergegeben.

Cerithium (Vertagus) Rudloffi Opph. Arapoviči in Ostbosnien.

„Interessant ist das Auftreten von drei braunen Farbenstreifen auf dem hinteren Drittel des Umganges“ (Oppenheim in Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. LVIII. 1908. p. 339, Taf. XV Fig. 1). Auch diese Form gehört zu den stark verzierten Gastropoden und zeigt dennoch erhaltene Farbenreste, und zwar auch an den erhabenen Stellen der Schale.

Cerithium Lethe Opph. Arapoviči etc. in Ostbosnien.

„Interessant sind Reste der ursprünglichen Färbung, welche auch bei dieser Art ein Exemplar mit aller Sicherheit erkennen läßt. Es sind dies etwa 1 mm breite, schwarze Bänder, welche etwa in der Richtung der Anwachsstreifen in einer Entfernung von 5 mm leicht gebogen den Umgang durchsetzen“ (Oppenheim, a. a. O. p. 341, Taf. XIII Fig. 2—3).

Obere Kreide:

Dejanira bicarinata Zek. Ajka in Ungarn.

Olivgrüne Oberschicht (Epidermis?), unter welcher sich ein sehr kompliziertes Netzwerk vielfach miteinander anastomosierender Längslinien von bräunlicher Farbe befindet. Original in meiner Sammlung. Vgl. im übrigen meine Darstellung in Z. d. d. g. G. 1892. p. 771, Taf. XXXIII Fig. 15 a—b, in welcher allerdings die Verhältnisse der Färbung nicht erwähnt werden.

Pecten pulchellus Nilsson, Petref. Suecana. p. 22. Obere Kreide von Schonen (Koepingemoell, Balsberg, Ignaberg etc.).

„Fasciis transversis rubescentibus ornata."

Pecten corneus Sow. Obere Kreide von Koepinge. Vgl. Nilsson, Petref. Suecana. p. 23.

„Interdum haec species reperitur colore subfusco vel corneo."

Mittlere Kreide:

Exogyra columba Lk. Postelberg in Böhmen.

Etwa 12 breite, bräunliche Radialstreifen. K. Mus. f. Naturk. zu Berlin (Coll. Ewald, von diesem 1846 in Teplitz gekauft).

Wealden:

Melania strombiformis v. Schloth. (Wilh. Dunker, Monographie der norddeutschen Wealdenbildung. Braunschweig 1846. p. 50. Taf. X Fig. 17—19) vgl. p. 51:

„Von Neustadt a. Rh. besitze ich eine Platte, auf welcher Hunderte dieser Schnecke nebeneinanderliegen, die alle nach der Basis hin braun gefärbt sind. Dies ist keine zufällige Eisenoxydhydrat-Färbung, wie man ihr so oft bei Petrefakten begegnet, sondern die ursprüngliche, wohlerhaltene Farbe der Schnecke, was der Umstand beweist, daß dieselbe sich immer nur am unteren Teile des Gehäuses zeigt und auch durch ein leichtes Glühen verschwindet, was nicht der Fall sein würde, wäre die Farbe eine metallische."

Melania rugosa Dkr. (a. a. O. p. 52, Taf. X Fig. 22—23).

„Man erkennt daran noch deutlich die ursprüngliche Zeichnung, da sich über der Naht des schwärzlichen Gewindes ein weißer Streifen zeigt, der, nach unten breiter werdend, fast die ganze Basis der Schnecke einnimmt."

Litorinella[1] *voelksensis* Struckmann[2], a. a. O. p. 84, Taf. V Fig. 4 a, b.

„Auch diese Schnecke findet sich im Serpulit von Voelksen mit der ursprünglichen Farbenzeichnung. Der Grundton ist dunkelbraun mit regelmäßig verteilten lichteren, verschoben

---

[1] Die Gattungszugehörigkeit ist gänzlich unsicher. Auf der Tafelerklärung wird die Form übrigens zu *Litorina* gezogen, wohin sie noch weniger gehört.

[2] Die Wealdenbildungen der Umgegend von Hannover. Hannover 1880.

schachbrettartigen Figuren. Daneben sind ganz schwache spiralige Binden, ähnlich wie bei der *Phasianella striata,* außerdem unendliche Anwachsstreifen und schwarze geflammte Linien bemerkbar."

Litorinella Sussexiensis Sow. Struckmann, a. a. O. p. 84.

„Das Gehäuse findet sich im Serpulit von Voelksen am Deister (am Dahlberge) mit der ursprünglichen Färbung ganz prachtvoll erhalten; der Grundton ist entweder gelblich oder bräunlich und mit dunkleren Wellen und Zickzacklinien in regelmäßigen Abständen dicht bedeckt."

Oberer Jura.

Pileopsis jurensis v. Münst. Struckmann[1], Ob. Jura, a. a. O. p. 104, Taf. VII Fig. 9—10.

„Der Grundton der Schale ist bräunlich und sind darauf fein gewellte schwarze Längsstreifen, außerdem aber nur mit bewaffnetem Auge sichtbare ungefärbte Querlinien bemerkbar."

Neritoma sinuosa Sow. Struckmann, ebendort p. 104—105.

„Kommt hier bei Hannover, ähnlich wie bei Boulogne-sur-Mer, teilweise mit erhaltener Färbung der Schale vor. Der Grundton eines vor mir liegenden Exemplares aus den unteren *Pteroceras*-Schichten von Ahlem ist gelblichbraun, und ist dasselbe mit zwei spiraligen Binden von schwarzer Farbe verziert."

Nerita transversa v. Seeb. Struckmann, ebendort p. 105.

Nerita Michelotti P. de Lor. Struckmann, ebendort p. 105, Taf. VII Fig. 11—12.

Nerita corallina d'Orb. Struckmann, ebendort p. 52, Taf. VII Fig. 13a.

Alle drei Arten mit farbigen Binden.

Trias[2]:

Gervillia sp., wahrscheinlich *G. socialis.* Muschelkalk von Rüdersdorf. K. Mus. f. Naturk. zu Berlin.

Mehrere braune Radialstreifen.

Pecten laevigatus v. Schloth. Ob. Muschelkalk von Schöningen a. Elm. K. Mus. f. Naturk. zu Berlin.

Radiale, bräunlich-violette Farbenstreifen, in Büscheln zu je dreien angeordnet. Die einzelnen Streifen wie die Büschel ziemlich entfernt von einander.

Carbon:

Goniatites striolatus Phill.

Bräunliche, teilweise dicke Zeichnungen auf der durchschimmernden Lobenlinie. Kohlenkalk von Castleton in Derbyshire.

[1] Der obere Jura der Umgegend von Hannover. 1878.

[2] Die Pachycardien-Tuffe der Seiser Alp am Schlern enthalten nach F. Broili „an einzelnen Punkten eine Unmasse von sehr schönen, zuweilen noch mit Farbenresten erhaltenen Versteinerungen" (vgl. F. Broili in Palaeontogr. L. 1903. p. 148).

Meine Sammlung mit 6 anderen, keine Färbung zeigenden Stücken 1899 von Herrn J. Hawell im Austausche erhalten.

Devon:

Turbonitella[1] *subcostata* Goldf. Mitteldevon von Pfaffrath bei Cöln. Geol.-paläont. Samml. des K. Mus. f. Naturk. zu Berlin.
Schwarze halbmondförmige Zeichnungen in Spiralen angeordnet auf der mit Längsrippen reich verzierten Schale.

Silur:

Phragmoceras Munthei, *Ph. fasciatum* und *Ph. costatum* Hedstr. aus dem Obersilur Gotlands „mit Flecken, eine Andeutung von der ursprünglichen Farbe gebend." Vgl. Hermann Hedström, Über die Gattung *Phragmoceras* in der obersilurischen Formation Gotlands. Sveriges Geologiska Undersöking. Ser. $C^{a.}$ No. 15. Stockholm 1917. p. 28. Ich bin Herrn Dr. W. O. Dietrich für den Nachweis dieses Zitates wie für mehrere andere, die mir sonst entgangen wären, zu Danke verpflichtet.

Liste der in der Sammlung des Herrn Paul Bamberg in Berlin-Wannsee vorhandenen fossilen Mollusken mit erhaltener Farbenzeichnung[2].

Athleta lineolata (Desh.); Parnes, Boury.
— *cithara* (Lamk.); Grignon.
— *spirata* (Lamk.); Grignon, Parnes und viele andere Fundst.
Leptoscapha variculosa (Lamk.); Chaussy, Mouchy, Chambors.
Lyria Branderi (Desh.); Le Fayel.
Scutum vastum Cossm. et Piss.; Fresville.
Basilissa Lamarcki (Desh.); Grignon.
— *sulcata* (Lamk.); Grignon, Le Bois-Gouët, Néhou.
— *angusta* (Desh.); Le Bois-Gouët, Fresville, Hauteville.
— *goniomphalus* Cossm. et Piss.; Fresville.
Calliostoma Bezançoni Vasseur; Le Bois-Gouët.
— *ditropis* Cossm. et Piss.; Hauteville.
Tinostoma helicinoides (Lamk.); Chaussy, Vaudancourt, Fresville, Hauteville, Néhou.
Boutillieria Eugenei (Desh.); Hauteville.
Littorina monodonta Desh.; Hérouval.
Dillwynella cupuliformis Cossm. et Piss.; Fresville, Hauteville.
Solariella odontata Bayan; Ferme de l'Orme.
— *craticulata* (Desh.); Hérouval.

---

[1] Hinsichtlich dieser zu den Turbininen gerechneten, von de Koninck aufgestellten Gattung vgl. Zittel, Paläozoologie. II. p. 188.

[2] Die Formen aus den französischen Fundorten stammen aus dem Eocän, diejenigen der österreichisch-ungarischen Lokalitäten aus dem Miocän.

Solariella simplex (Desh.); Grignon.
— *elevata* Cossm.; Le Bois-Gouët, Fresville.
— *subcraticulata* Cossm.; Le Bois-Gouët, Hauteville.
— *pervicina* Cossm. et Piss.; Fresville, Hauteville.
— *infundibulata* Cossm. et Piss.; Hauteville.
— *cosmeta* Cossm. et Piss.; Fresville.
— *fresvillensis* n. sp.; Fresville.
Leptothyra obtusalis (Baudon); Le Bois-Gouët.
— *occidentalis* Cossm.; Le Bois-Gouët.
Collonia marginata (Lamk.); Grignon, Le Bois-Gouët, Fresville, Hauteville.
— *jucunda* (Desh.); Vaudancourt.
— *deffecta* Pezant; Le Guépelle.
— *turbinata* (Desh.); Sapicourt, Hérouval.
— *canalifera* (Lamk.); Fresville, Hauteville.
— *flammulata* Cossm.; Fresville.
— *semimarginata* Cossm. et Piss.; Fresville.
— *densestriata* n. sp.; Fresville, Hauteville, Néhou.
Phasianella picta Desh.; Marines, Cresnes.
— *Lamarcki* Desh.; Le Guépelle.
— *Dunkeri* Desh.; Hérouval.
— *turbinoides* Lamk.; Grignon, Vaudancourt, Le Bois-Gouët, Fresville, Hauteville, Néhou.
— *tenuistriata* Desh.; Hérouval.
— *parisiensis* d'Orb.; Parnes, Grignon, Le Bois-Gouët, Fresville, Hauteville.
— *hérouvalensis* Cossm.; Hérouval.
— *princeps* Defr.; Le Bois-Gouët, Fresville.
— *infracallosa* Cossm. et Piss.; Le Bois-Gouët, Fresville, Hauteville.
— *Morgani* Vasseur; Le Bois-Gouët.
— *dissimilis* Desh.; Le Bois-Gouët.
— *tenuilirata* Cossm. et Piss.; Fresville.
— *constantinensis* n. sp.; Fresville.
Euthria fuscocingulata M. Hoern.: Lapugy.
— *adunca* Bronn: Lapugy.
— *Puschi* Andr.; Lapugy.
Pleurotoma Annae Hoern. et Auing.; Lapugy, Vöslau.
— *Neugeboreni* M. Hoern.: Lapugy.
— *pustulata* Bronn var.; Lapugy, Vöslau.
— *Helenae* Hoern. et Auing.; Lapugy.
— *cataphracta* Brocc.; Lapugy, Bordighera.
Pollia varians Michti.; Lapugy.
— *Wimmeri* Hoern. et Auing.; Vöslau.
Cassis cypraeiformis Bors.; Lapugy.
Oniscia cithara Brocc.; Lapugy.
Purpura exilis Partsch: Vöslau.

Terebra acuminata Bors.; Lapugy.
— *transsylvanica* Hoern. et Auing.; Lapugy.
Columbella curta Duj.; Lapugy.
— *subulata* Brocc.; Lapugy.
— *fallax* Hoern. et Auing.; Lapugy.
Mitra goniophora Hoern. et Auing.; Lapugy.
— *ebenus* Lamk.; Lapugy, Vöslau.
Voluta taurinia Bon.; Lapugy.
Ancillaria obsoleta Brocc.; Lapugy.
Cypraea Neugeboreni Hoern. et Auing.; Lapugy.
— *Duclosiana* Bast.; Lapugy.
Cerithium minutum de Serres; Lapugy.
— *Michelottii* M. Hoern.; Lapugy.
— *doliolum* Brocc.; Lapugy.
— *lignitarum* Eichw.; Lapugy.
— cf. *taurinium* Bell. et Micht.; Lapugy.
Calliostoma cf. *turgidula* Brocc.; Lapugy.
Trochus Cellinae Andrz.; Lapugy.
Collonia globuliformis Böttger; Lapugy.
Monodonta cf. *Araonis* Bast.; Lapugy.
Neritopsis radula L.; Lapugy.

Ich gehe nunmehr, nach Mitteilung der verschiedenen Listen, welche jedenfalls sofort das eine beweisen, daß nämlich das Phänomen der Farbenerhaltung keine ganz seltene Ausnahme ist, sondern immerhin in einzelnen Sedimenten und Örtlichkeiten zu den häufigen Erscheinungen gehört, weiter auf die einzelnen Punkte ein, in welche Deecke a. a. O. das Problem aufgelöst hat.

Wenn dieser im Anschlusse an die von ihm gegebene Zusammenstellung betont, daß die Färbung bei den Bivalven so sehr viel seltener erhalten sei, als bei den Gastropoden, so ist dies nur als bedingt wahr zuzugeben. Vor allem darf dabei nicht vergessen werden, daß auch in der Gegenwart die Farben bei den letzteren weit mehr vorherrschen. Zumal ist bei diesen die Farbe mehr in einzelne Zeichnungen aufgelöst, während bei jenen die Färbung meist einfarbig über die ganze Schale verteilt ist. Die feineren Schattierungen, welche sich dabei, zumal auf den Anwachsringen abzeichnen, sind im übrigen, wie Deecke selbst mit Recht betont, z. B. bei den Cythereen häufig erhalten.

Was die Brachiopoden anlangt, so sind diese gerade im Muschelkalke häufiger gefärbt; und zwar trifft dies nicht nur für den Muschelkalk von Baden und Württemberg zu, sondern auch für denjenigen von Toulon und nicht nur für *T. vulgaris*, sondern auch für mehrere etwas abweichende, von Matheron 1878 beschriebene[1] Formen (*M. Falsani* und *M. Potieri* Math.): von beiden

[1] Recherches paléontologiques dans le Midi de la France. Taf. A Fig. 2—3.

hat meine Sammlung seinerzeit gute Stücke mit Farbenzeichnung durch Michalet erhalten. Hier finden sich nicht nur gegen den Rand hin schwärzliche Radialstreifen, sondern auch in der Mitte große, dunkle Flecken. Im übrigen steht auch sonst die Erhaltung der Färbung bei *T. vulgaris* unter den Brachiopoden nicht ganz so vereinzelt da, wie Deecke annimmt; zwar scheint Davidson in seiner Monographie, außer *T. vulgaris* und *T. hastata,* keine weiteren Angaben zu enthalten, aber schon P. Oehlert erwähnt in Fischer's Manuel de Conchyliologie die Färbung bei der carbonischen *T. (Dielasma) hastata* Sow. wie bei der *Rhynchonella octoplicata* Sow. der Kreide (a. a. O. p. 1196). Die erstere Angabe wird auch von R. Bullen Newton[1] a. a. O. p. 282 wiederholt. anscheinend aus eigener Anschauung. Überhaupt ist die Färbung bei den lebenden Brachiopoden durchaus nicht so zart, wie Deecke a. a. O. p. 12 angibt. Oehlert gibt dafür l. c. eine Reihe von Beispielen; aber schon Davidson schreibt in seiner Monographie[2]: „Zur Unterscheidung lebender Arten von Brachiopoden ist die Färbung nicht ohne Nutzen; vorwaltend sind grün, gelb, rot und blaulichschwarz; bei einigen Arten erscheint das Rot in Streifen oder in Flecken. Unter den fossilen Arten haben einige Exemplare Spuren ihrer Färbung behalten, so daß es wahrscheinlich ist, daß die nunmehr erloschenen Arten in ihrem lebenden Zustande mit ebenso reicher und verschiedenartiger Färbung geziert waren, als die, welche gegenwärtig unsere Meere bewohnen." Von solchen gefärbten fossilen Arten hat Kayser a. a. O., z. T. nach Vorgang von Forbes, außer den erwähnten zusammengestellt: *Terebratula biplicata* aus der Kreide, *T. elongata, Spirifer decorus* und *Orthis resupinata* aus dem Kohlenkalke und eine *Terebratula* sp. aus dem Devon. Wahrscheinlich ist die letztere diejenige Form, welche Ed. Suess[3] als eine „schön gefleckte *Terebratula* aus devonischen Schichten des borealen Amerikas" angibt, im Verein mit einer biplicaten *Terebratula* aus den Nummulitenschichten des Säntis, „welche auf das deutlichste ganz ähnliche, unregelmäßige Flecken zeigten, wie man sie an der heutigen *Waldheimia picta* annimmt". „Und", fügt Suess hinzu, „es ließe sich noch eine ziemliche Anzahl anderer Arten nennen." Also gar so selten sind derartige Zeichnungen nicht bei fossilen Brachiopoden!

Deecke scheint. soweit ich die betreffende Stelle[4] verstanden

---

[1] Relics of coloration in fossil shells. Proc. Malacozool. of London. 7. 1907. p. 280 ff. Vgl. p. 282.

[2] Thomas Davidson, Classification der Brachiopoden. Deutsch bearbeitet und mit einigen neuen Zusätzen versehen von Eduard Suess. Wien 1856. p. 18.

[3] Über die Wohnsitze der Brachiopoden. Sitzungsber. der Wiener Akad. Math.-nat. Klasse. 37. 1859. p. 242.

[4] Deecke. a. a. O. p. 8—9.

habe, anzunehmen, daß die Färbung bei den fossilen Mollusken in ihrer jetzigen Erhaltung im allgemeinen eine ziemlich einförmige ist, und daß sie gegenüber der ursprünglichen sehr stark verändert wurde, „so daß die fossilen Spezies recht lebhaft gefleckt und gestreift gewesen sein müssen". In Wirklichkeit ist aber die Färbung auch bei den fossilen Schalen eine recht mannigfache, wie dies z. B. ein Vergleich der fossilen Neritinen ergibt. Sie schwankt sogar bei der gleichen Art in sehr bedeutenden Grenzen, mindestens so stark wie bei lebenden Formen. Es ist wohl anzunehmen, daß sie gegenüber der ursprünglichen durch die Fossilisation mehr oder weniger verändert wurde. Dagegen spricht aber doch wieder, daß sich aus den gleichen Zeitläuften und häufig aus denselben Schichten Schalen mit sehr verschiedenen Farben erhalten haben, wie z. B. die Durchsicht der betreffenden Tafeln bei R. Hoernes und Auinger erkennen läßt, wo aus dem Wiener Becken neben roten auch violette, braune und gelbe Farbentöne überliefert werden, und diese der Färbung bei lebenden Arten ganz überraschend ähnlich sind. Sicher ist es nicht richtig, daß es durchweg glatte Gehäuse sind, bei denen die Farben überliefert werden. Gewiß haben „*Conus*, *Cypraea*, *Natica*, *Neritina*, *Undularia* weder Höcker noch Dornen, sondern eine völlig glatte, porzellanartige Schale mit dem oft kräftigen Glanze"[1]. Aber *Strombus*, *Cerithium*, *Mitra*, *Columbella* und andere haben oft sehr starke Dornen und Verzierungen und zeigen doch die Farben und häufig gerade auf diesen hervorspringenden Teilen. Ich sehe auch nicht ein, weshalb „Knoten und Dornen nicht zu dem Deckfirnis passen". Diese vorspringenden Teile sind doch auch in der Gegenwart gefärbt und müssen darum auch hier, wenn die Deckschicht überhaupt einen Schutz für die Farbe abgeben soll, von ihr bedeckt sein. Es müssen also für die Erhaltung der Farbe für die Höcker und Dornen dieselben Bedingungen vorliegen, wie für die glatten Teile. Das Beispiel des javanischen Tertiärs beweist hier nicht viel, denn in diesem scheinen nicht nur die Arten von *Cassis*, *Triton*, *Murex* usw. der Farbe zu entbehren, sondern auch manche glatten Formen von *Natica*, *Nerita* u. dgl., wenn gleich, wie wir gesehen haben (vgl. die Tabelle oben p. 371/72), auch in diesen Sedimenten gefärbte Schalen keineswegs selten sind.

Ich weiß nicht, wie Deecke zu der Auffassung gelangt ist, daß unter den lebenden Formen „von der Färbung ausgeschlossen seien alle Formen mit kräftiger, chitinöser Epidermis, d. h. ziemlich alle im Süß- und Brackwasser lebenden Arten, bei denen das dickere Chitin die Schale vor Auflösung bewahren soll. Da seien Farben nicht möglich, und wenn sie vorkämen, sei häufig das Tier selbst gefleckt, so daß dessen Zeichnung durch die dünne, halbdurchsichtige Schale durchschimmere (Limnaeen und Planorben)."

[1] Deecke, a. a. O. p. 9.

Das ist entschieden nicht richtig. Mehr oder weniger lebhaft gefärbt sind unter den Formen mit kräftig entwickelter Epidermis: *Ampullaria*, viele *Melania*-Arten, *Melanopsis*, zahlreiche brackische Cerithien, zumal *Tympanotomus* und *Cerithidea*, fast alle Auriculaceen, zahlreiche Paludinen, darunter gerade unsere heimischen, und vor allem die Neritinen. Ich zitiere hier nicht nur nach der Literatur, sondern habe für jeden einzelnen Fall Exemplare meiner eigenen Sammlung vor Augen. Vor allem spricht gegen die Auffassung Deecke's das Beispiel der Neritinen, und dieses könnte die vorgetragene Theorie fast in ihr Gegenteil verändern. Denn *Neritina* hat zweifellos eine ziemlich starke Epidermis, andererseits ist aber *Neritina* diejenige Gattung, bei welcher Farben im fossilen Zustande fast durchgängig und in seltener Pracht erhalten sind. Ebensowenig sind „höchst einförmig die in den dichten Tang- und Algenrasen lebenden Pflanzenfresser unter den Schnecken". Ich erinnere hier nur an die verschiedenen, so lebhaft gefärbten Arten von *Trochus* und *Turbo*, beide Gattungen im weitesten Sinne genommen, wie vor allem an *Phasianella*. Auch diese gehört wiederum zu den Formen, welche fossil mit großer Regelmäßigkeit ihre Farben aufweisen. Endlich gibt es auch unter den festgewachsenen Formen solche mit mehr oder weniger lebhaften Farben. Ich erinnere hier in erster Linie an *Spondylus* mit seinem lebhaften Rot, welches in verschiedener Weise nach den Arten nuanciert erscheint. Dann gibt es auch gefärbte Vermetiden, schließlich sogar zahlreiche Austern mit Färbung, wie besonders *O. angulata* Lk. und *O. cochlear* Poli, wobei ich Näheres unter anderem bei Locard nachzulesen bitte [1]. Wir brauchen also keineswegs nur an Fleischfresser zu denken, wenn wir die Erhaltung der Farbe ins Auge fassen und noch weniger an die Beteiligung harnsaurer Salze, deren Vorhandensein in größerer Menge bei den lebenden Tieren doch wohl erst nachgewiesen werden müßte, ehe wir an durch ihre Einwirkung entstehende, so komplizierte chemische Prozesse denken könnten, wie deren Deecke ins Auge faßt. Ebenso haben, um dies noch hinzuzufügen, die oben gegebenen Listen gezeigt, daß es sehr wohl gefärbte Pleurotomarien gibt, und zwar schon im Paläozoicum, aus welchem schon 1854 Forbes deren angibt (*P. carinata*), und daß auch der weiße Kreidegrund, wie *Pecten pulchellus* Nilss. beweist, der in der schwedischen Kreide mit roten Binden auftritt, die „Farbengebung" nicht ganz zu verhindern vermocht hat (Deecke, a. a. O. p. 12).

Wir sehen, das von Deecke neu aufgenommene Problem ist äußerst kompliziert und noch weit entfernt von einer einigermaßen befriedigenden Lösung. Um diese herbeizuführen, müssen vor allem

[1] A. Locard, Coquilles marines des côtes de France. Paris 1892. p. 359.

die Farben der rezenten Mollusken durch das Reagenzglas und die Retorte des Chemikers wandern und in ihre Bestandteile zerlegt werden. Es dürfte sich dann zeigen, daß hier nicht nur eine wahrscheinlich sehr komplizierte, sondern wohl auch sehr mannigfache Zusammensetzung vorliegt. Es ist für mich undenkbar, daß die sehr verschiedene Art, mit welcher die Farben von *Natica*, *Neritina*, *Phasianella* u. a. einer- und die der meisten anderen Mollusken andererseits gegen die chemischen Angriffe der Außenwelt reagieren, nicht auf sehr weitgehende Unterschiede in ihrer chemischen Natur begründet sein sollte. Erst nachdem dieses Problem gelöst sein wird, kann ein weiteres an die Reihe kommen. Es müssen die einzelnen Gesteinsarten näher betrachtet werden, in welchen gefärbte Molluskenreste sich in größerer Menge vorfinden; und es muß jeder dieser Punkte nach der Art seiner Sedimentierung, ob diese schneller oder langsam vor sich ging und welche chemischen Agentien hierbei tätig waren, näher durchforscht werden. Bisher tappen wir hier noch vollkommen im Dunklen und die Annahmen widersprechen sich geradezu; denn während Beyrich allem Anscheine nach der Anwesenheit von Bitumen bei der Fossilisation einen großen Wert für die Erhaltung der Farben zusprach, ist Deecke[1] geradezu geneigt, überschüssiges Bitumen als vernichtend für die Farbreste anzusehen! Mir scheint es, als ob die chemische Zusammensetzung des Sediments keinen großen Einfluß besäße auf die Erhaltung der Farben; denn wir kennen diese aus Sanden, Tonen, Mergel, mehr oder weniger reinen Kalken und Tuffen; auch die grössere Wasserführung der Schicht scheint die Farbe nicht mehr anzugreifen als die Schale selbst, denn es gibt Neritinen, deren Schalen so morsch geworden sind, daß sie zerfallen und nur durch Zufuhr künstlicher Härtungsmittel zu erhalten sind, und die dennoch die Farben zeigen. Zu untersuchen wäre ferner noch, weshalb die fossilen Farben durchgängig bei der Benetzung mit Wasser deutlicher werden und warum gerade heißes Wasserglas sie hervortreten läßt und bindet. Es ist das Verdienst von M. Hoernes[2], diese Tatsache festgestellt zu haben; eine Erklärung für sie hat er indessen weder gesucht noch gefunden; vielleicht besteht aber gerade hier ein Zusammenhang mit der chemischen Zusammensetzung dessen, was uns als organische Farbe, als Sonnenwirkung aus weit zurückliegenden Zeitläuften überliefert ist, was als organische Verbindung eigentlich dem schnellen Vergehen geweiht schien und was sich, vielleicht schon ursprünglich durch seine Verbindung mit gewissen Metallen wie Eisen weniger verändert und in seinen Bestandteilen gestört erhalten hat als selbst die unsere Kohlenlager zusammensetzende Pflanzenfaser!

---

[1] a. a. O. p. 12.

[2] Foss. Moll. des Wiener Beckens. I. p. 15.

Nachschrift.

Die Empfindung, daß über eine eigentlich so naheliegende Frage, wie sie die chemische Zusammensetzung der Molluskenfarben darstellt, doch schon einigermaßen nachgedacht und experimentiert sein müsse, zumal in einer Zeit, wo gerade die chemische Physiologie einen so ungeahnten Aufschwung genommen hat, ließ mich in meinen Nachforschungen nicht ruhen, und so ist es mir schließlich unter allerhand Schwierigkeiten geglückt, das, wie ich wohl annehmen darf, Meiste von dem zu ermitteln, was über diese Frage bekannt geworden sein dürfte. Es ist, so unwahrscheinlich dies anmutet, immerhin nicht allzuviel; in einer erst 1896 erschienenen Arbeit der Gräfin Maria v. Linden[1], welche die Frage der Entwicklung von Zeichnungen bei den Meeresschnecken zu lösen unternimmt, habe ich noch vergebens nach Angaben über die Entstehung dieser Farben gesucht, obgleich dieses Problem doch der Fragestellung, welche sich die Verfasserin setzte, mir ungemein nahe zu liegen scheint. Schließlich bin ich durch das ungemein weit ausholende und alles, was mit dem Thema in einigem Zusammenhange steht, vereinigende Handbuch der Biochemie, welches Prof. Dr. Karl Oppenheimer mit einer großen Zahl von Mitarbeitern herausgibt, auf die Aufsätze von O. v. Fürth[2] geraten, welcher, wie überhaupt der Biochemie der niederen Tiere, so auch der Entwicklung und Zusammensetzung ihrer Färbung besonderes Interesse gewidmet und die spärlichen Untersuchungen einzelner Vorgänger durch die eigenen erweitert und vervollständigt hat. Es sind nach ihm in der Schale der Mollusken bisher folgende Farbstoffe nachgewiesen:

1. Farbstoffe der Hämatinreihe. Dazu gehört

a) das **Hämatoporphyrin**, welches in der Haut von bräunlichen *Limax*-Arten und bei *Solecurtus strigillatus* L. vorkommen soll, im letzten Falle anscheinend — die Angaben hierüber sind nicht ganz klar — in der Schale. Dieser Stoff steht den Farbstoffen der Wirbeltiergalle sehr nahe. Es ist daher nicht ohne Interesse, daß

b) ein **Biliverdin**-artiger Stoff in den Schalen mancher Schnecken enthalten zu sein scheint (Arten von *Haliotis*, *Turbo* und *Trochus*).

Beide Stoffe sind im Gegensatz zum Chitin und Conchiolin gänzlich unlöslich im Wasser, werden dagegen von verdünnten Mineralsäuren, Alkalien, Alkohol und Eisessig gelöst. Es sind

[1] Die Entwicklung der Skulptur und der Zeichnung bei den Gehäuseschnecken des Meeres. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. **61**. Leipzig 1896. p. 261 ff.

[2] Die chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena 1903. p. 527 ff. (Farbstoffe der Mollusken); — „Tierische Farbstoffe“ in C. Oppenheimer, Handbuch der Biochemie. I. Jena 1909. p. 743 ff

dies wohl also mehr vergängliche Farben, auf deren längere Erhaltung nur unter besonderen günstigen Verhältnissen zu rechnen sein dürfte. Um so widerstandsfähiger sind dagegen

2. die **Melanine**, denen zahlreiche Mollusken die dunkle Färbung ihrer Gehäuse verdanken. Es sind dies Stoffe von sehr komplizierter Zusammensetzung, welche dadurch zustande kommen, daß zunächst durch die Einwirkung eines eudolytischen Ferments ein aromatischer Komplex aus dem Eiweißmolekül abgespalten und dieser sodann durch ein oxydatives Ferment, eine Tyrosinase, in Melanin übergeführt wird. Der so gebildete Farbstoff ist ungemein schwer zersetzbar. Er ist unlöslich in Wasser[1], Alkohol und Äther und widersteht selbst ziemlich starken Säuren. Die Anwesenheit von Eisen ist zwar für den Vorgang der Melaninbildung nicht unentbehrlich, doch ist dieses Element häufig mit ihm chemisch verbunden[2]. Die schwarze Farbe des Tintenbeutels, des *Sepia officinalis*, gehört ebenfalls zu den Melaninen, wie denn diese ebenfalls im Wirbeltierkörper auftreten und hier infolge ihrer Anwesenheit bei gewissen bösartigen Geschwülsten eine verhängnisvolle Rolle spielen. Schließlich treten noch auf

3. **Lipochrome**, sehr lichtempfindliche Stoffe, die bisher mehr hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber Reagentien, als in ihrer Zusammensetzung näher untersucht wurden. Zu ihnen sollen die gelben Farben mancher Littorinen- und *Pecten*-Arten gehören. Sie sind nicht verseifbar, wenig haltbar und ihre ursprüngliche rote oder gelbe Färbung wird durch konzentrierte Schwefel- oder Salpetersäure in Blau oder Grün verändert.

Dies ist das Wenige, was anscheinend über die Zusammensetzung der Farben in den Molluskenschalen bekannt ist[3]. Es ist

[1] Diese gänzliche Unlösbarkeit der Melanine und ähnlicher Farbstoffe im Wasser sichert ihnen allein eine gewisse Erhaltungsmöglichkeit im Laufe der langen Perioden unserer Erdgeschichte. Wären die Farben, wie Deecke meinte, aus Chitin bzw. Conchiolin gebildet, so würden sie stets bei längerem Aufenthalte im Wasser vernichtet werden müssen!

[2] Vgl. die Versuche Em. Kayser's an *Rhynchonella pugnus*, über welche oben eingehender berichtet wurde, und welche vielleicht darauf hinweisen, daß auch hier ein Melanin-artiger Farbstoff in chemischer Verbindung mit Eisen vorliegt.

[3] Schon 1883 hatte, wie noch nachgetragen werden möge, C. Fr. W. Krukenberg sich mit den einschlägigen Fragen beschäftigt (Über das Vorkommen des Biliverdins in Molluskengehäusen und über seine Darstellung aus dem roten Schalenfarbstoffe von Turbiden und Halioten. Centralbl. für die medicinischen Wissensch. 1883. No. 44. p 785 ff), hatte über den Gang und die Erfolge seiner anscheinend sehr weitausholenden Untersuchungen leider aber nur eine kurze Mitteilung gegeben, die a. a. O. p. 787 folgendermaßen schließt: „Meine Untersuchungen über die Schalenfarbstoffe der Mollusken, welche an einem reichhaltigen Materiale bald abgeschlossen sein werden und für eine vergleichende Chromatologie der

nicht viel, und dies gibt auch v. Fürth zu, der fortfährt: „jedenfalls dürfte es aber einem Forscher, der an der Hand eines ausreichenden Materials sich der Mühe unterziehen wollte, die Pigmente der Molluskengehäuse auch nur einigermaßen zu charakterisieren und zu sichten, ein weites und nahezu unbebautes Arbeitsfeld bieten." Aber dieses Wenige genügt jedenfalls, um die bisher vorgetragenen Theorien, auch die vor kurzem noch von Deecke vertretenen, völlig umzuwerfen und beredt und fast gebieterisch zu neuen Untersuchungen im Laboratorium aufzufordern. Es ist also weder Chitin noch Conchiolin, was uns in den Farben der Mollusken entgegentritt, sondern es sind ganz andere, sehr mannigfache Stoffe von recht verschiedener Zusammensetzung und gänzlich abweichenden Eigenschaften. Widerstandsfähig sind sie sämtlich, auch die hinfälligsten unter ihnen, gegen das Wasser. Über ihr Verhalten gegen Kohlensäure, zumal im Wasser gelöste Kohlensäure, liefert v. Fürth keine näheren Angaben. Auch die Lipochrome scheinen von Säuren nicht einfach gelöst, sondern von ihnen nur verändert zu werden. Dagegen setzen die Melanine, wie wir sahen, diesen Säuren sehr starken Widerstand entgegen, und diese ihre Eigenschaft, ihre Stärke gegenüber der Säureneinwirkung, gibt vielleicht eine Erklärung der von Säuren angeätzten, aber Farbenspuren zeigenden Schalen aus den Tuffen von Roncà, wie denn wahrscheinlich auch die häufige Erhaltung der Farbe bei *Neritina, Natica, Phasianella* etc. selbst an von kohlensäurehaltigem Wasser schon stark mitgenommenen Schalen auf das Vorhandensein von Melanin und verwandten Stoffen zurückzuführen sein dürfte. Aber alles dies ist bisher noch Vermutung, es bleibt zu wünschen, daß möglichst bald die Arbeit einsetzt, um einen Komplex von Fragen, welcher nur zu lange zu den bekannten und klaren zu gehören schien, des Schleiers zu entkleiden, welcher ihn bisher noch dicht genug umgibt![1]

Tiere manche wertvolle Tatsache ergeben haben dürften, hoffe ich demnächst ausführlicher mitzuteilen. Hier beschränke ich mich darauf, noch hervorzuheben, daß bei den Mollusken, wie sonst nirgendwo im Tierreiche, eine ausnehmend große Fülle von Mitteln aufgewandt wird, um den Gehäusen ein möglichst mannigfaches und prächtiges Kolorit zu verleihen." Leider scheinen diese so vielversprechenden Arbeiten nicht zum Abschlusse gelangt zu sein, denn ich finde auch bei v. Fürth keine weitere Notiz über ihre Fortsetzung und weitere auf sie bezügliche Veröffentlichungen des Verfassers.

[1] Steinmann's Untersuchungen: Über die Bildungsweise des dunklen Pigments bei den Mollusken. Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. B. XI. 1899. p. 40 ff., so verdienstlich, wie auch v. Fürth anerkennt, sie auch im wesentlichen ihrer Beweisführung sein mögen, haben mit dem hier behandelten Thema, wie ich hinzuzufügen nicht unterlassen will, doch nur geringe Berührungspunkte und beschäftigen sich mehr mit der Frage der Entstehung des Conchiolin selbst.

1. u. 15. Januar 1918 No. 1 u. 2

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj, in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Preis des Bandes Frcs. 17cts.50 .

Hierzu 30% Teuerungszuschlag

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt** für **Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag

des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

1. u. 15. Februar 1918 No. 3 u. 4

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag

des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

1. u. 15. März 1918 No. 5 u. 6

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g.. XIII.

Inhalt.

An der

Kgl. Naturaliensammlung in Stuttgart

sind die Stellen des **Konservators der zoologischen** und des **Konservators der mineralogischen, geologischen und paläontologischen Abteilung** zu besetzen, je nachdem in Verbindung mit der Stelle des **Sammlungsvorstands**. Die Bewerber um diese Stellen haben sich unter Anschluß der nötigen Belege, aus denen namentlich Bildungsgang, bisherige Tätigkeit und wissenschaftliche Veröffentlichungen zu ersehen sind, bis spätestens 1. Juni d. J. bei der **Direktion der wissenschaftlichen Sammlungen in Stuttgart**, Alter Postplatz 4, zu melden.

Der Gehalt der Konservatoren steigt von 4000 ℳ in dreijährigen Stufen von 400 ℳ bis 6000 ℳ. Daneben wird ein Wohnungsgeld von 500 ℳ und unter den Kriegsverhältnissen eine jährliche Gehaltszulage von 1150 ℳ gewährt, außerdem noch eine besondere Kriegsbeihilfe, deren Höhe sich nach dem Gesamteinkommen und dem Familienstand richtet und die bei einem Gesamteinkommen von 7200 ℳ wegfällt. — Der Vorstand der Sammlung bezieht einen Anfangsgehalt von 4200 ℳ, der in 3jährigen Vorrückungsstufen von 500 ℳ auf 7200 ℳ steigt. Das Wohnungsgeld beträgt 600 ℳ, die Gehaltszulage während des Kriegs 1300 ℳ. Die besondere Kriegsbeihilfe wird in gleicher Weise wie bei den Konservatoren gewährt. Eine Wohnung von 6 Zimmern im Verwaltungsgebäude der Sammlung wird dem Vorstand auf Wunsch gegen Einbehaltung des Wohnungsgelds zur Verfügung gestellt. Je nachdem kann er sofort in die 2. bis 5. Gehaltsstufe eingewiesen werden.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, Tübingen.

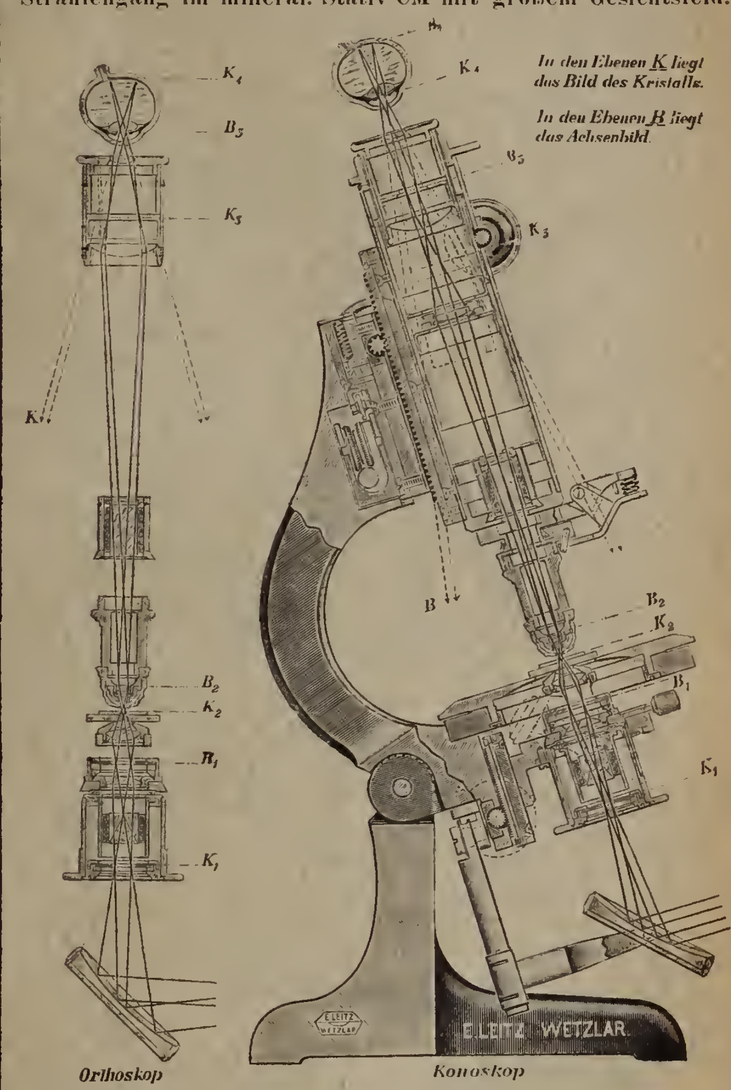
gr. 8°. 64 Seiten. **Preis Mk. 1.80.**

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.**

Vertretung für München **Dr. A. Schwalm,** Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1918 ab jährlich

Mk. 14.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— (falls es wieder in 2 Bänden erscheinen wird) und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 14.—, werden daher vom 1. Januar 1918 ab zusammen auf Mk. 69.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 20.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,

Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 — Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

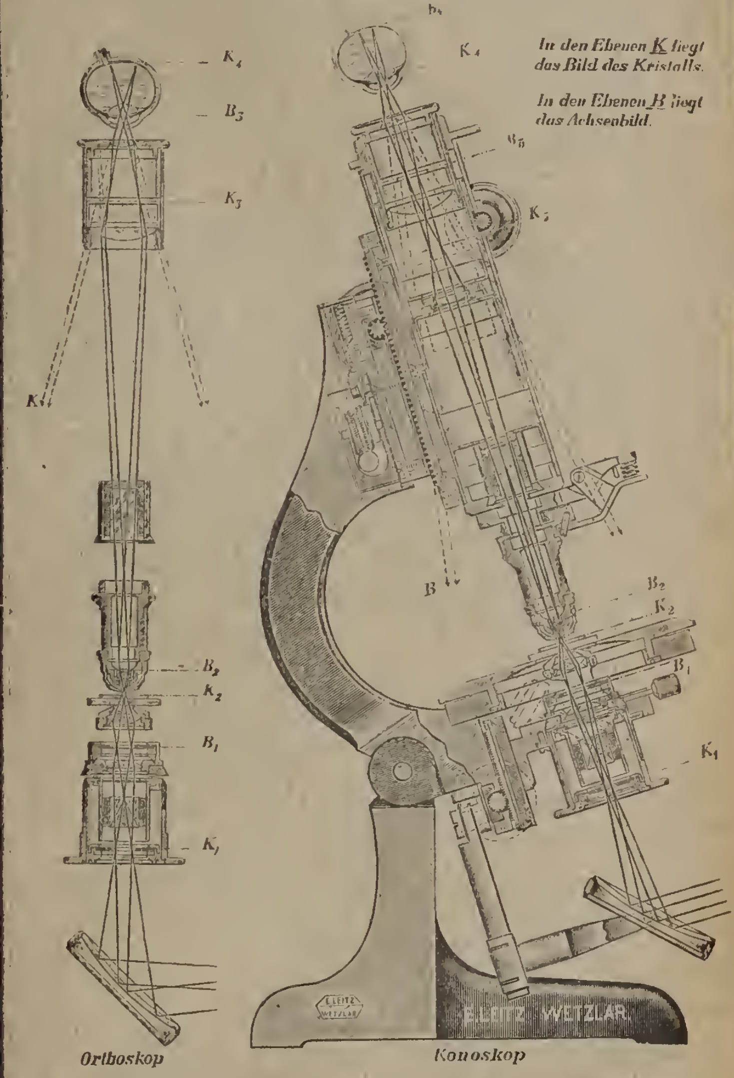
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1918 ab jährlich

Mk. 14.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— (falls es wieder in 2 Bänden erscheinen wird) und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 14.—, werden daher vom 1. Januar 1918 ab zusammen auf Mk. 69.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 20.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,

Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

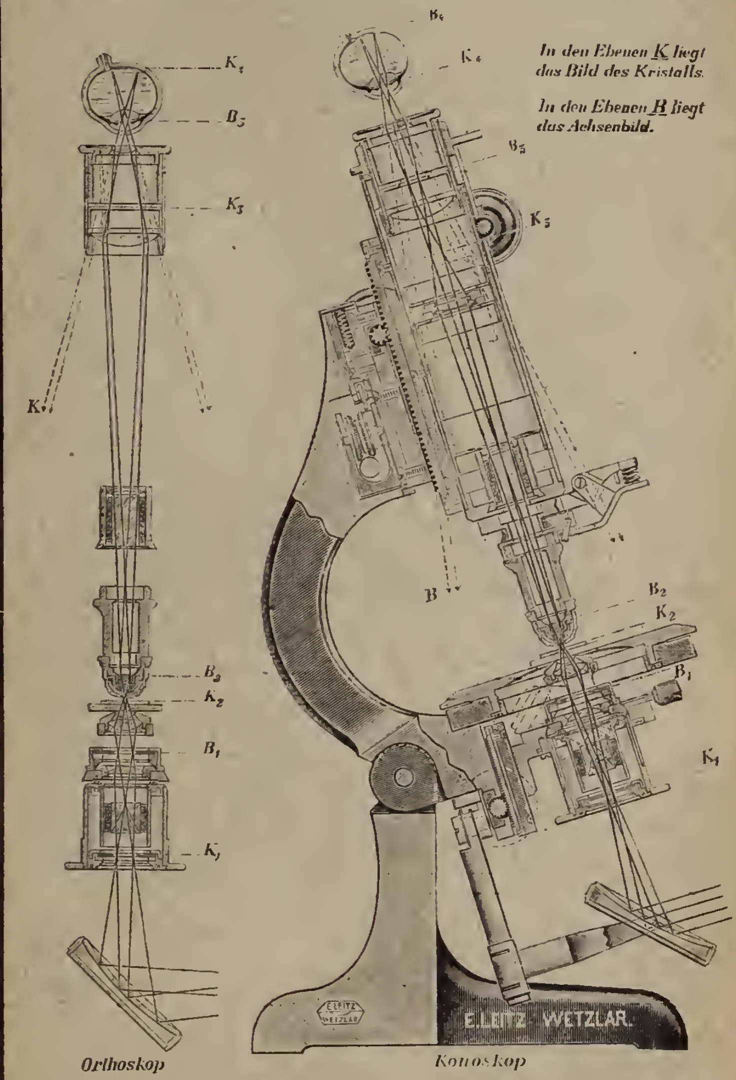
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW**, Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. **Schwalm**, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1918 ab jährlich

Mk. 14.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 14.—, werden daher vom 1. Januar 1918 ab zusammen auf Mk. 69.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 20.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)
Privatlaboratorium
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen
Referenzen der ersten Autoritäten

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

1. u. 15. April 1918 No. 7 u. 8

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr.** 43;
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr.** 43 gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag

des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

1. u. 15. Mai 1918 No. 9 u. 10

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt** für **Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43**;
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag

des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

1. u. 15. Juni 1918 No. 11 u. 12

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt für Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

1. u. 15. Juli 1918 No. 13 u. 14

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag

des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

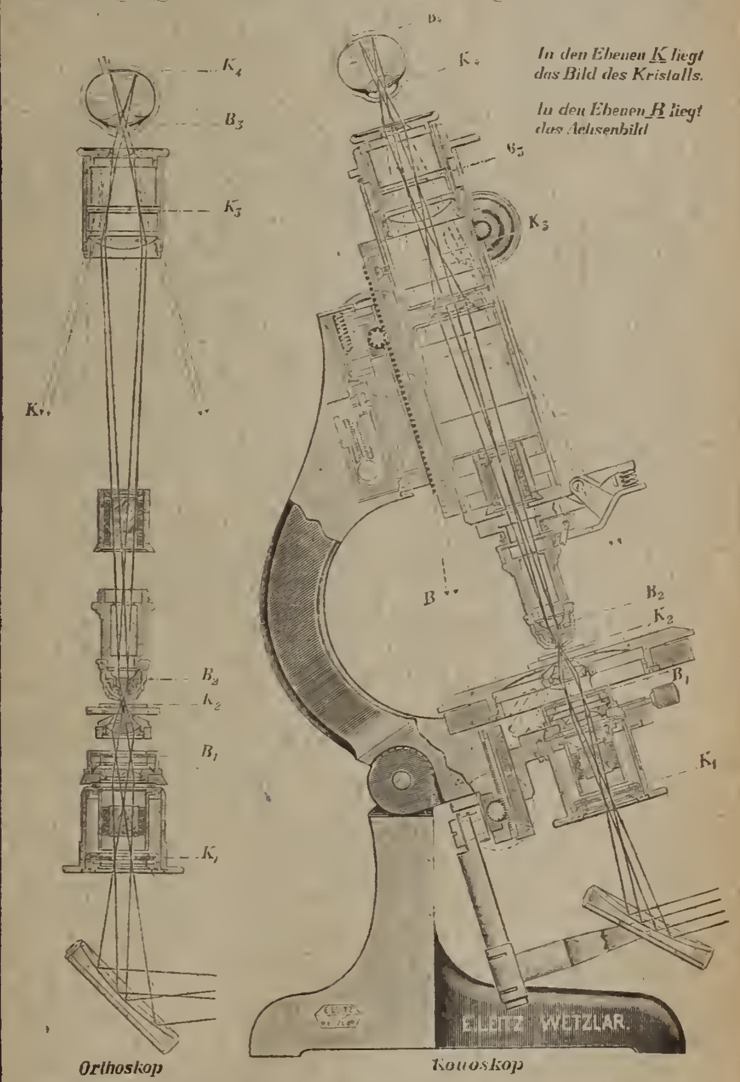
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
Vertretung für München **Dr. A. Schwalm,** Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg. Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Geologischer Wegweiser
durch Württemberg.

Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten

von Dr. **Th. Engel,** Pfarrer in Eislingen

Dritte, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage.

Herausgegeben unter Mitwirkung von Kustos Dr. **E. Schütze.**

Gr. 8°. 670 Seiten mit 6 Tafeln, 261 Textfiguren, 4 geologischen Landschaftsbildern. 5 Profiltafeln und einer geognostischen Uebersichtskarte.

Elegant in Leinwand gebunden Mk. 14.—.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

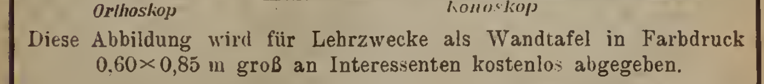
Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
Vertretung für München **Dr. A. Schwalm,** Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.

In den Ebenen K liegt das Bild des Kristalls.

In den Ebenen B liegt das Achsenbild.

Orthoskop *Konoskop*


Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1918 ab jährlich

Mk. 14.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— (falls es wieder in 2 Bänden erscheinen wird) und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 14.—, werden daher vom 1. Januar 1918 ab zusammen auf Mk. 69.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 20.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

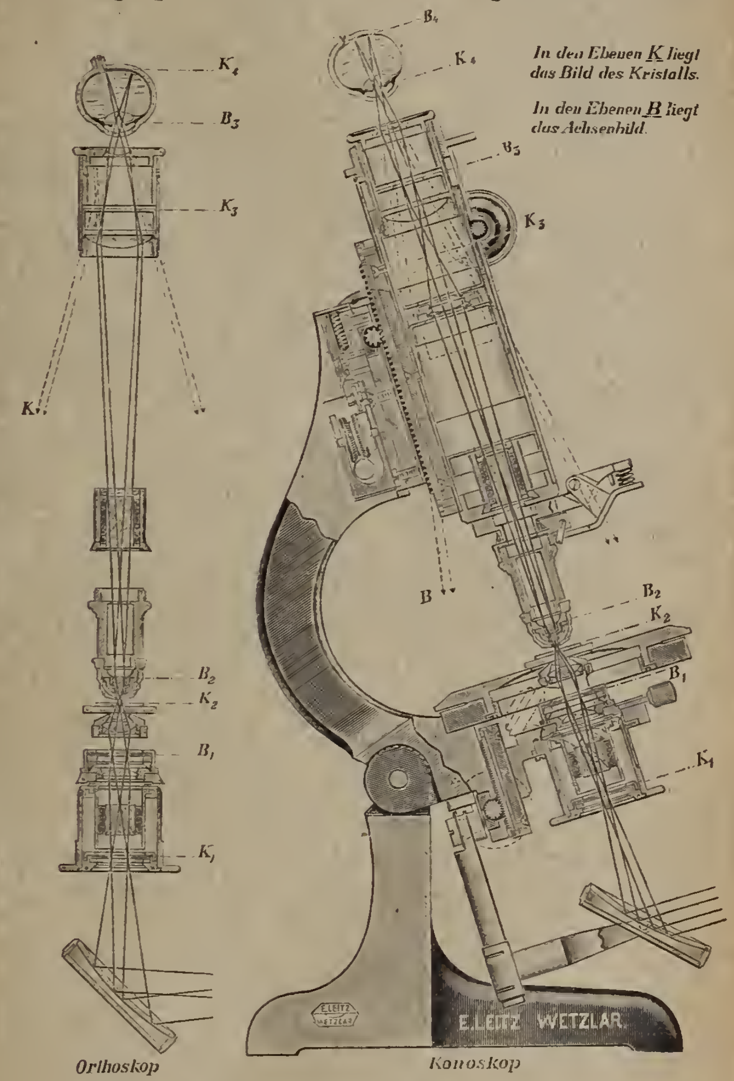
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. **Schwalm,** Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1918 ab jährlich

Mk. 14.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— (falls es wieder in 2 Bänden erscheinen wird) und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 14.—, werden daher vom 1. Januar 1918 ab zusammen auf Mk. 69.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 20.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,

Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

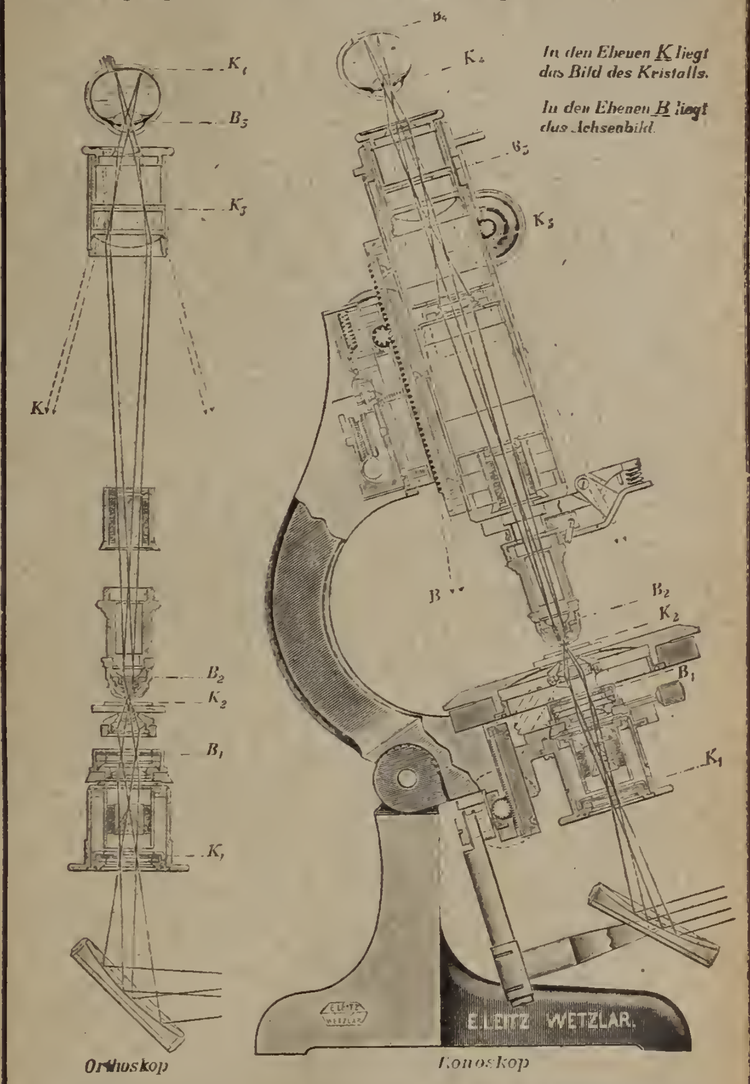
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW**, Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. **Schwalm**, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1918 ab jährlich

Mk. 14.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— (falls es wieder in 2 Bänden erscheinen wird) und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 14.—, werden daher vom 1. Januar 1918 ab zusammen auf Mk. 69.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 20.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,

Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart

1. u. 15. August 1918 No. 15 u. 16

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt** für **Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

E. Schweizerbart'sche **Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.**

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

1. u. 15. September 1918 No. 17 u. 18

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn Th. Liebisch, in Berlin J. F. Pompeckj in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt für Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Reichhaltige
Petrefakten-Sammlung
sowie eine große
Mineraliensammlung
in 2 Schränken zu verkaufen. Gefl. Off. unt. M. B. 939 an Haasenstein & Vogler, A.-G., München.

1. u. 15. Oktober 1918 No. 19 u. 20

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Soeben erschien:

Sachs, Prof. Dr. Arthur, Die Grundlinien der Mineralogie für Mineralogen, Geologen, Chemiker und Physiker. Lex. 8°. 1918. geheftet M. 2.80 und 20 % Teuerungszuschlag einschl. Sortimenterzuschlag.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele) in Stuttgart.

ELEMENTE DER GESTEINSLEHRE

von

H. Rosenbusch.

Dritte neubearbeitete Auflage.

Gr. 8°. 692 Seiten. Mit 107 Figuren und 2 Tafeln.

Preis brosch. Mk. 23.—, geb. Mk. 28.—.

1. u. 15. November 1918 No. 21 u. 22

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj, in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

ELEMENTE DER GESTEINSLEHRE

von

H. Rosenbusch.

Dritte neubearbeitete Auflage.

Gr. 8°. 692 Seiten. Mit 107 Figuren und 2 Tafeln.

Preis brosch. Mk. 23.—, geb. Mk. 28.—.

1. u. 15. Dezember 1918 No. 23 u. 24



Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn, Th. Liebisch, in Berlin, J. F. Pompeckj in Berlin



STUTTGART 1918
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Nummer ist beigefügt ein Prospekt des Verlags von Gebrüder Borntraeger in Berlin, betr. Paul Niggli. Geometrische Kristallographie des Diskontinuums. I. Teil.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 — Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

ELEMENTE DER GESTEINSLEHRE

von

H. Rosenbusch.

Dritte neubearbeitete Auflage.

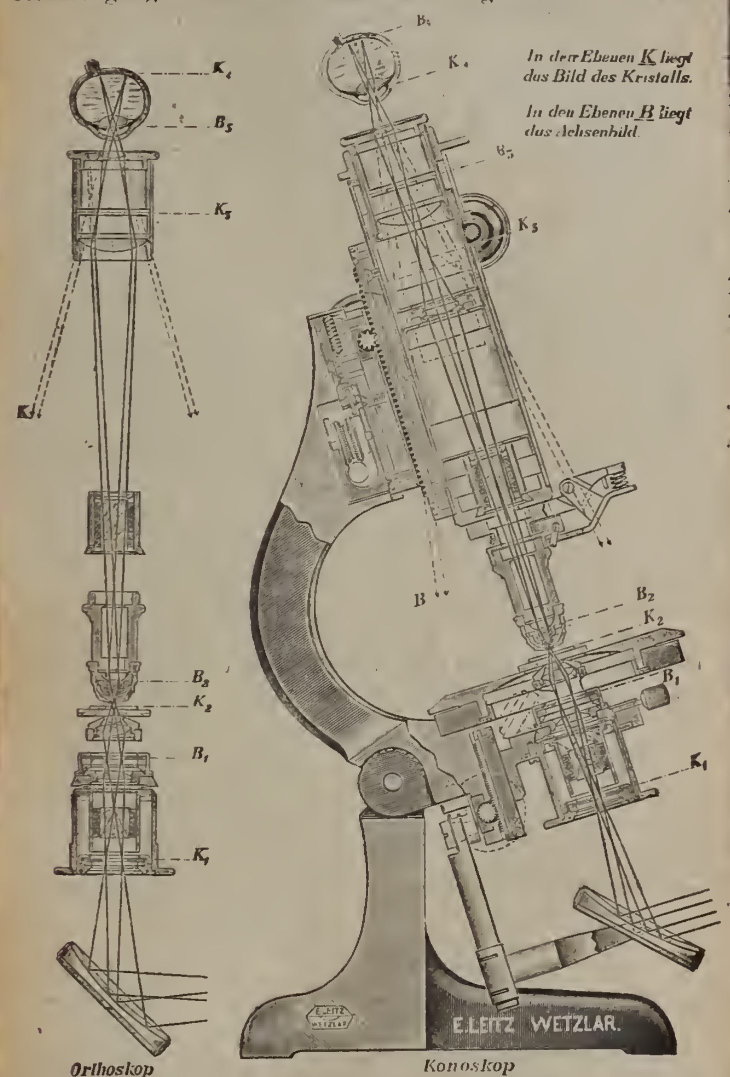
Gr. 8°. 692 Seiten. Mit 107 Figuren und 2 Tafeln.

Preis brosch. Mk. 23.—, geb. Mk. 28.—.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.
" " München Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60 × 0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Polarisationsmikroskope, Demonstrations- und Projektionsapparate für polarisiertes Licht, Apparate für Mikrophotographie und Metallmikroskopie.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung
gehalten am 18. Dezember 1913 von
Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, Tübingen.
gr. 8°. 64 Seiten. ═══ **Preis Mk. 1.80.**

Soeben erschien:

Kontinentalgeologische Beziehungen und Probleme im Aufbau Württembergs.

Antrittsvorlesung
von
Edwin Hennig-Tübingen.
8°. 45 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Diese klardurchdachte Schrift wird allen Geologen, Paläontologen und Geographen große Anregung bieten.

Geologischer Wegweiser durch Württemberg.

Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten
von Dr. **Th. Engel**, Pfarrer in Eislingen

Dritte, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage.

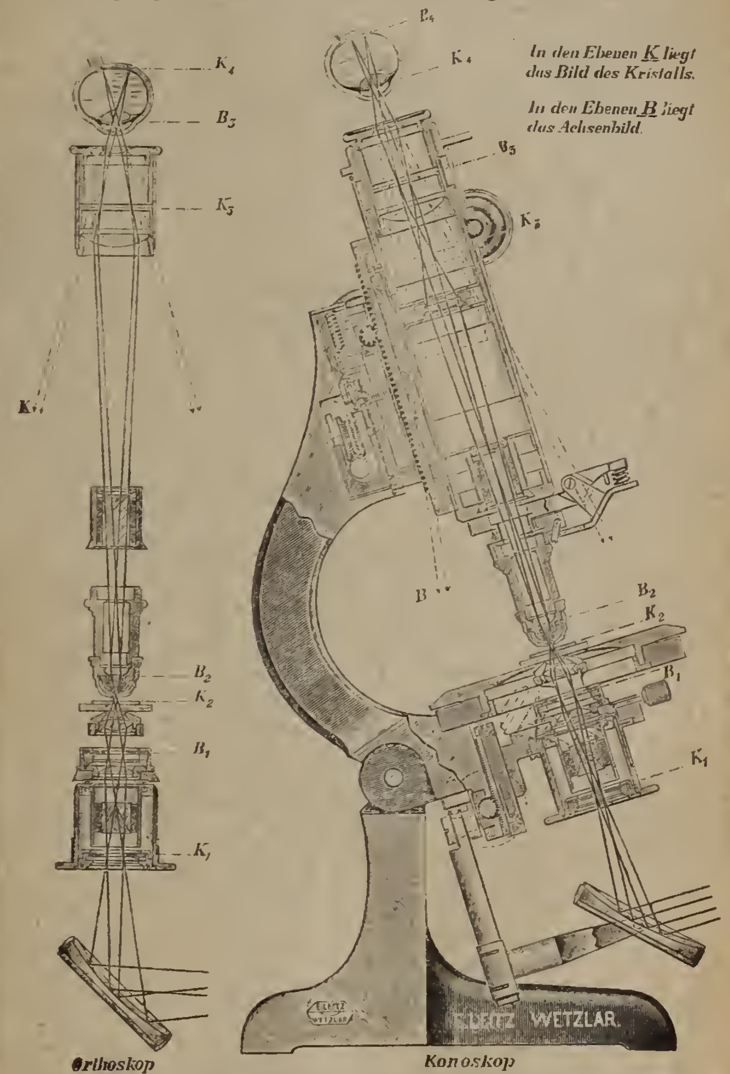
Herausgegeben unter Mitwirkung von Kustos Dr. **E. Schütze.**
Gr. 8°. 670 Seiten mit 6 Tafeln, 261 Textfiguren, 4 geologischen Landschaftsbildern, 5 Profiltafeln und einer geognostischen Uebersichtskarte.
Elegant in Leinwand gebunden Mk. 14.—.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. **A. Schwalm,** Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung
gehalten am 18. Dezember 1913 von
Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, Tübingen.

gr. 8⁰. 64 Seiten. ═══ Preis Mk. 1.80.

Soeben erschien:

Kontinentalgeologische Beziehungen und Probleme im Aufbau Württembergs.

Antrittsvorlesung
von
Edwin Hennig-Tübingen.

8⁰. 45 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Diese klardurchdachte Schrift wird allen Geologen, Paläontologen und Geographen große Anregung bieten.

Geologischer Wegweiser durch Württemberg.

Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten
von Dr. **Th. Engel**, Pfarrer in Eislingen.

Dritte, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage.

Herausgegeben unter Mitwirkung von Kustos Dr. E. Schütze.

Gr. 8⁰. 670 Seiten mit 6 Tafeln, 261 Textfiguren, 4 geologischen Landschaftsbildern, 5 Profiltafeln und einer geognostischen Uebersichtskarte.

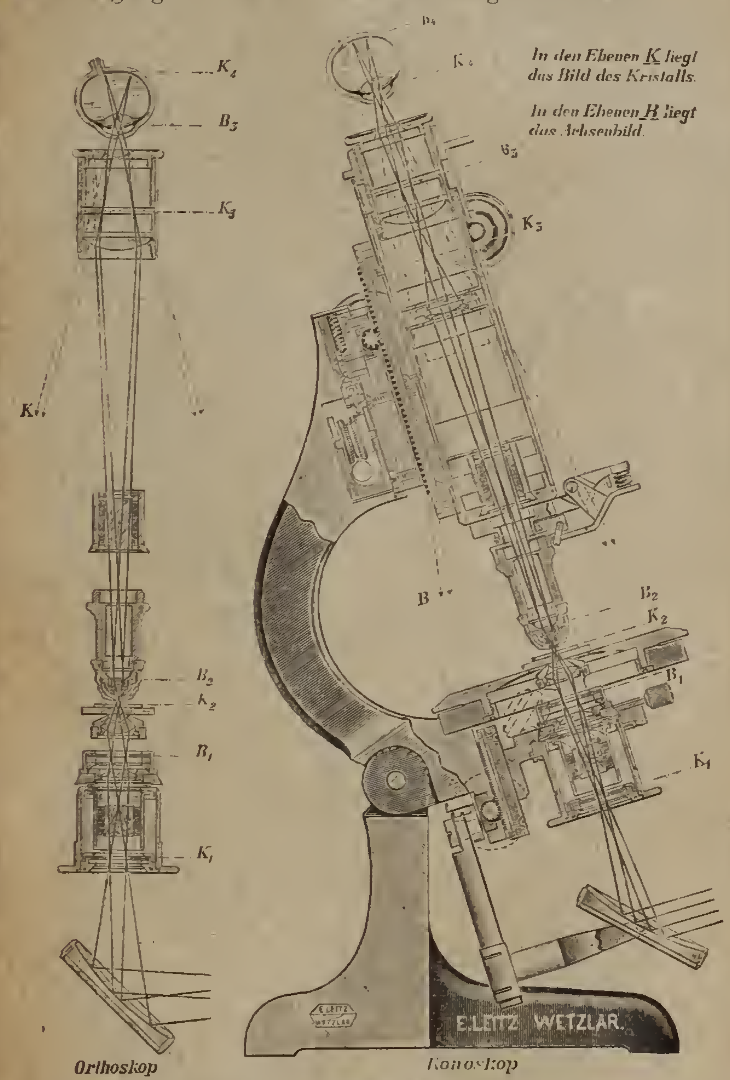
Elegant in Leinwand gebunden Mk. 14.—.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Kontinentalgeologische Beziehungen und Probleme im Aufbau Württembergs.

Antrittsvorlesung

von

Edwin Hennig-Tübingen.

8⁰. 45 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Diese klardurchdachte Schrift wird allen Geologen, Paläontologen und Geographen große Anregung bieten.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.

In den Ebenen K liegt das Bild des Kristalls.

In den Ebenen B liegt das Achsenbild.

Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Geologischer Wegweiser
durch Württemberg.

Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten

von Dr. **Th. Engel**, Pfarrer in Eislingen

Dritte, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage.

Herausgegeben unter Mitwirkung von Kustos Dr. E. Schütze.

Gr. 8°. 670 Seiten mit 6 Tafeln, 261 Textfiguren, 4 geologischen Landschaftsbildern, 5 Profiltafeln und einer geognostischen Uebersichtskarte.

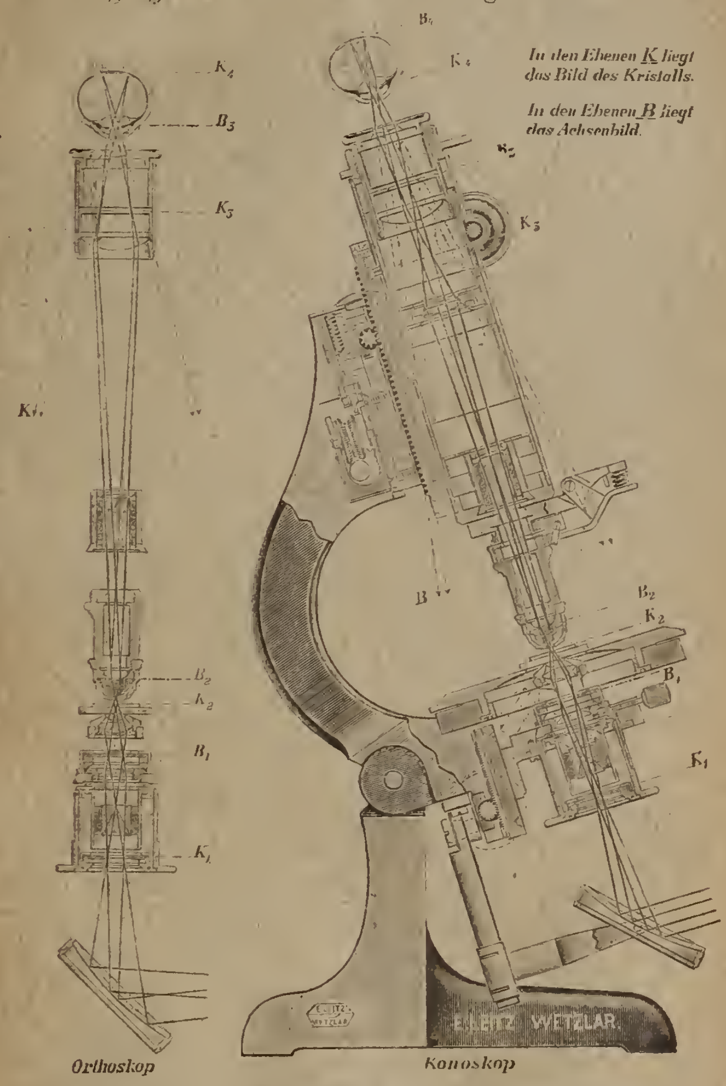
Elegant in Leinwand gebunden Mk. 14.—.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0.60×0.85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Geologischer Wegweiser durch Württemberg.

Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten

von Dr. **Th. Engel,** Pfarrer in Eislingen

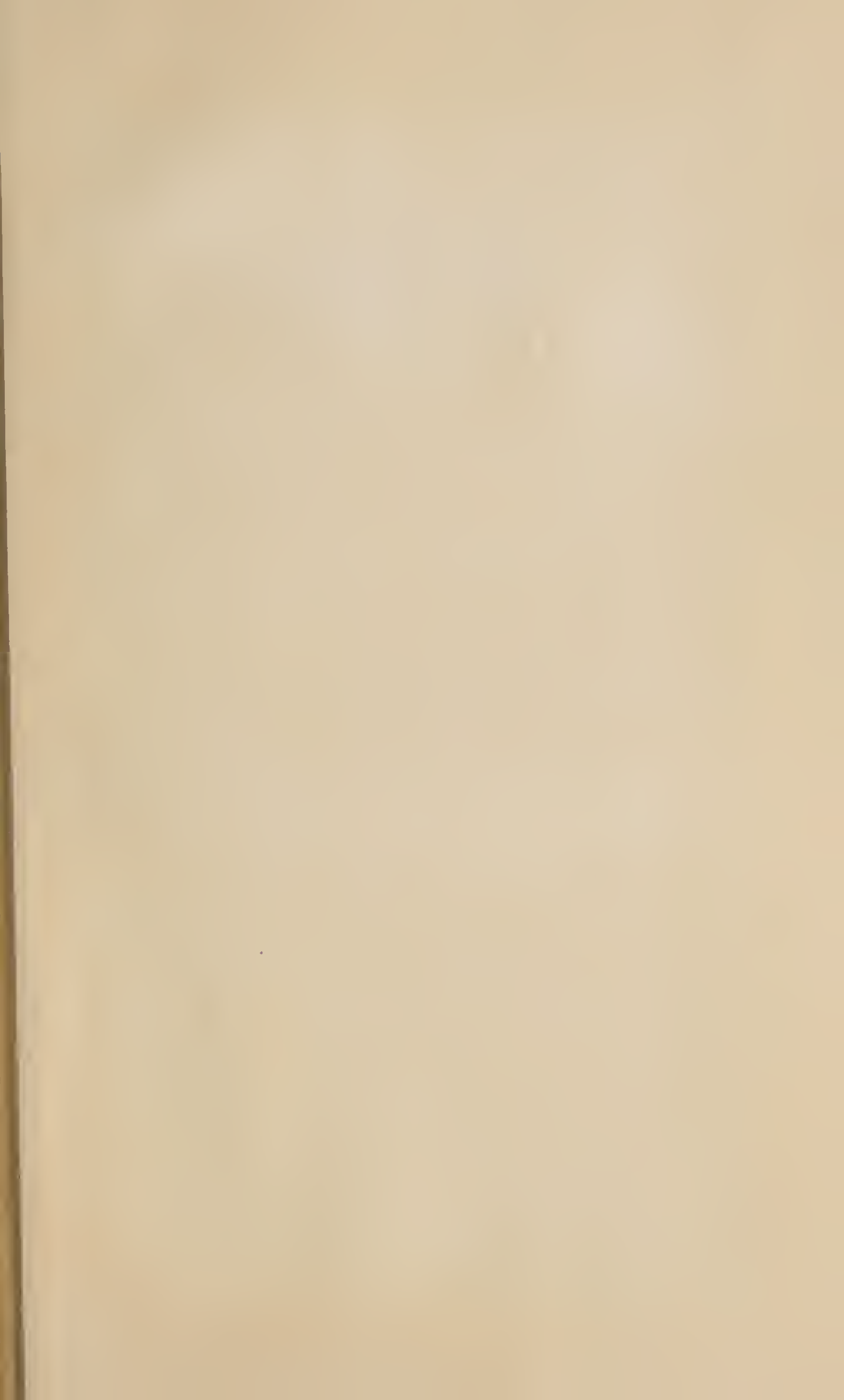
Dritte, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage.

Herausgegeben unter Mitwirkung von Kustos Dr. E. Schütze.

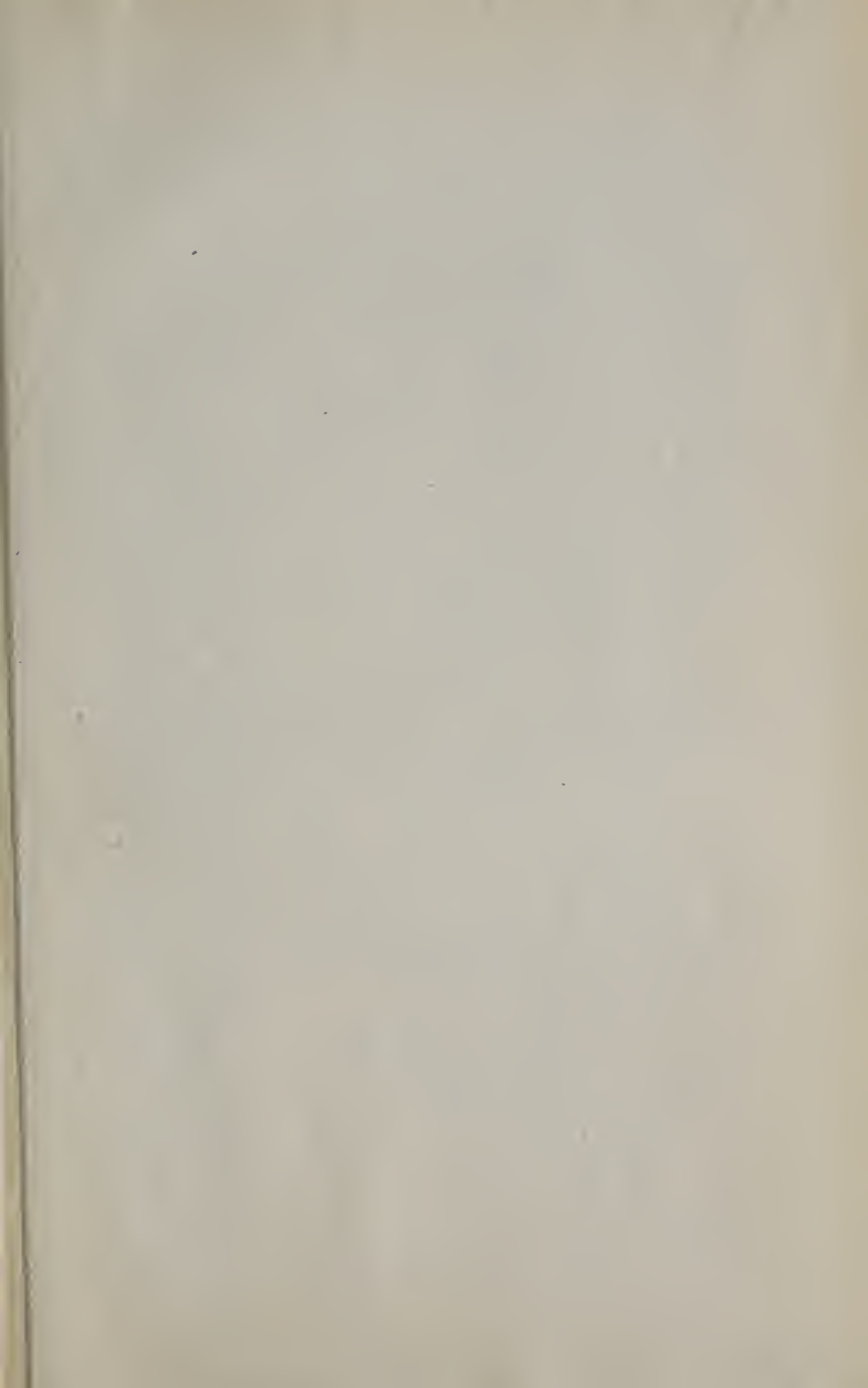
Gr. 8°. 670 Seiten mit 6 Tafeln, 261 Textfiguren, 4 geologischen Landschaftsbildern, 5 Profiltafeln und einer geognostischen Uebersichtskarte.

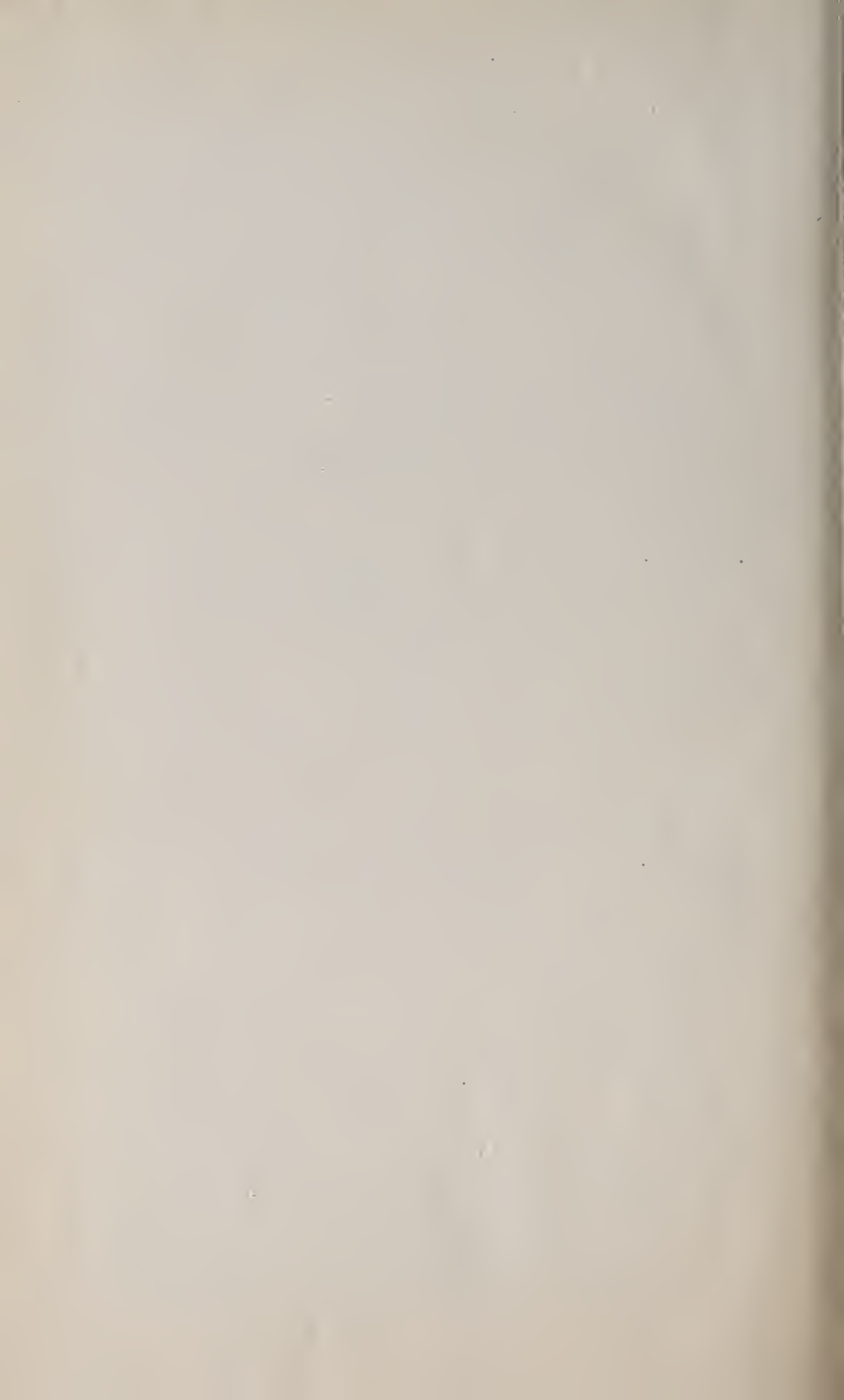
Elegant in Leinwand gebunden Mk. 14.—.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.









Centralblatt für Mineralogie.
Geologie und Paläontologie.
1918

QE 1
.C3
1918

Centralblatt für
und Paläontolo

Date Loaned

Borrower's

AMNH LIBRARY
100224882